KATALOG MOSFETÓW

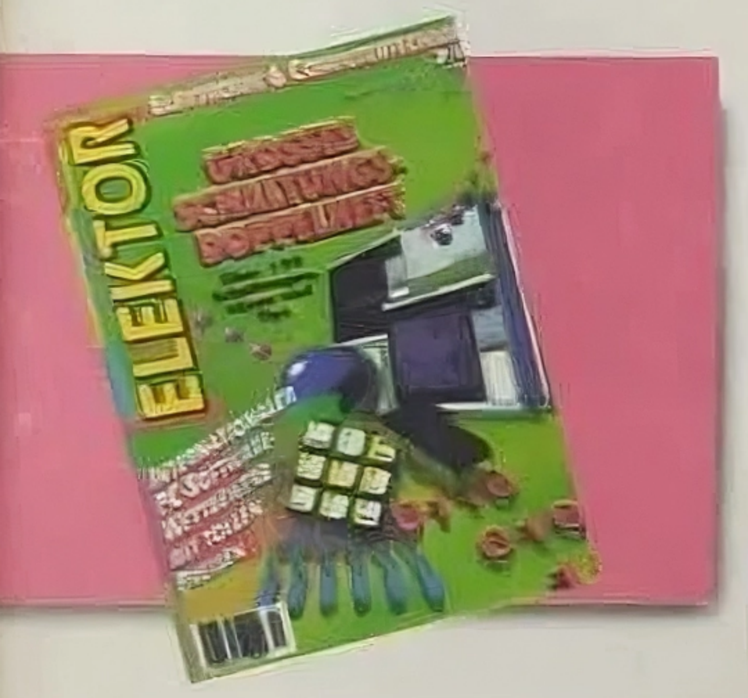
11/98

6 zł 20 gr

Listopad 1998

ELEKTRONIKA dla wszystkich

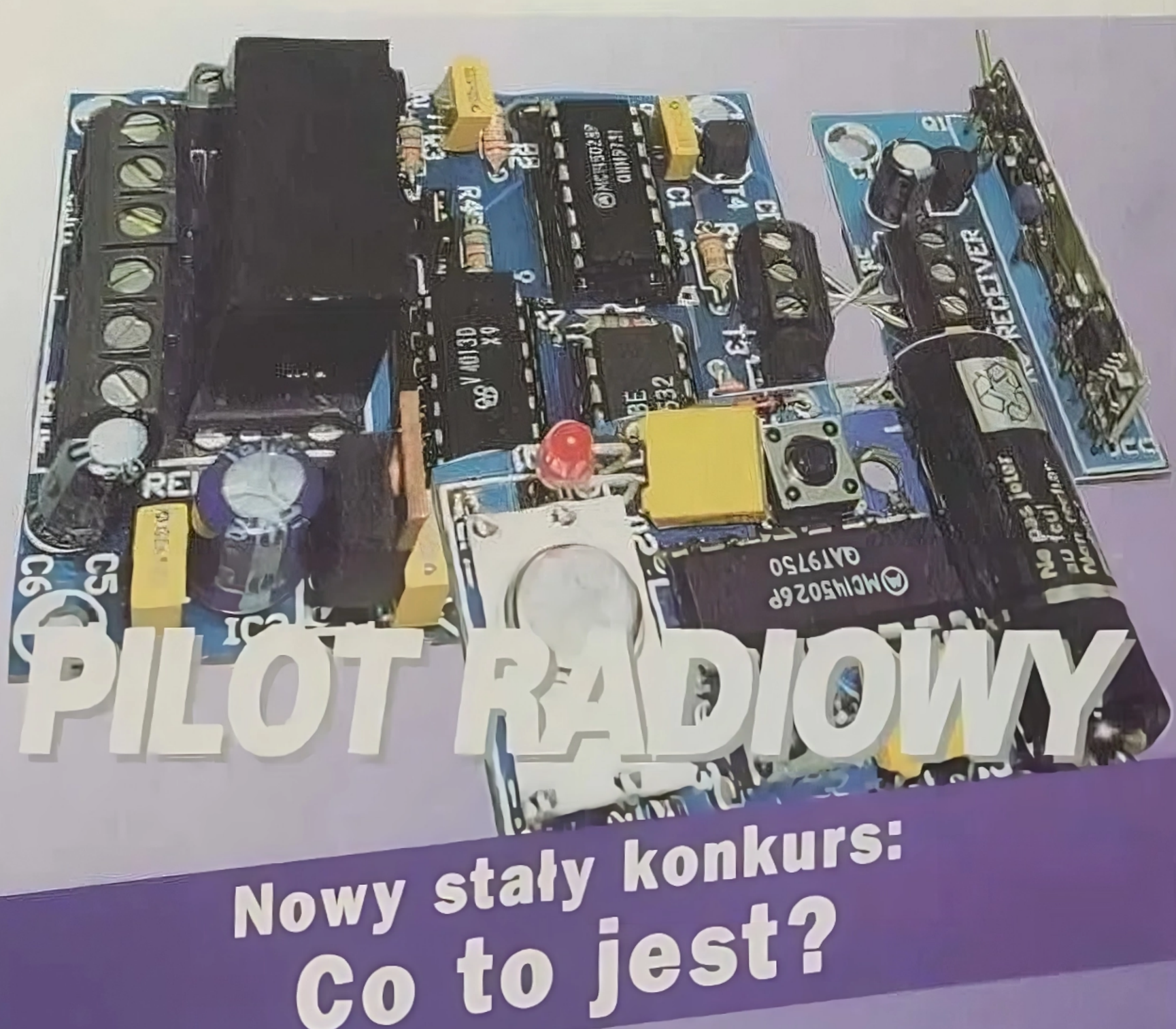
Świat multimediów



Elektor w EdW

Wysyłkowa Księgarnia AVT

INDEKS 333 62X ISSN 1425-1698



PILOT RADIOWY

Nowy stały konkurs:

Co to jest?

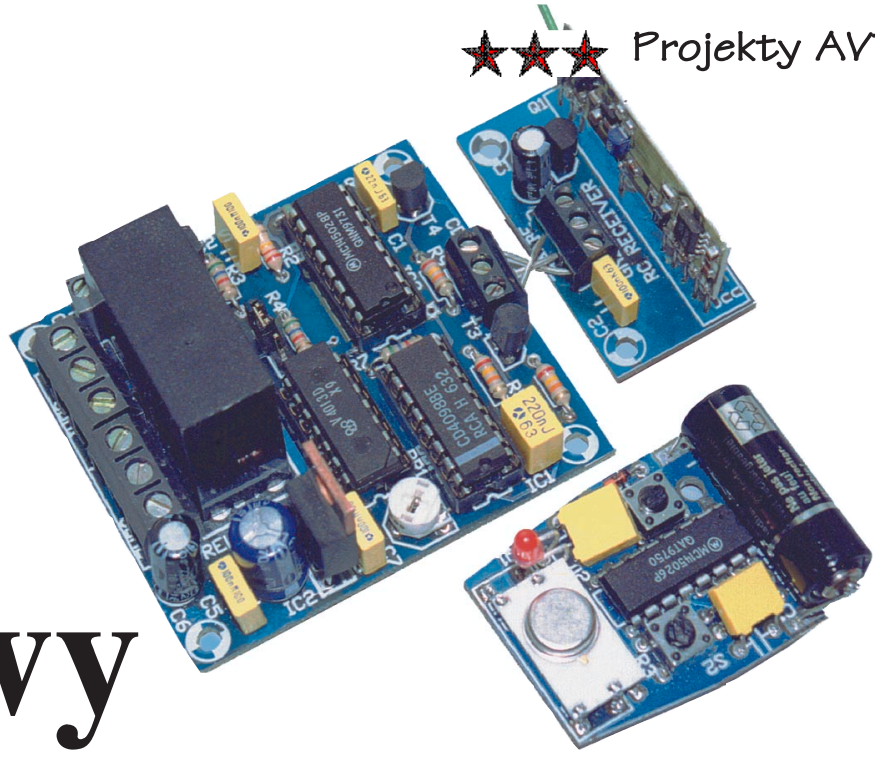
- BUFOR SYMETRYCZNY
- ZASILACZ IMPULSOWY
- MIERNIK TEMPERATURY
- ZEGAR SZACHOWY

ELEKTRONIKA 2000

9 771425 169986 11

Kit 2298/99 AVT

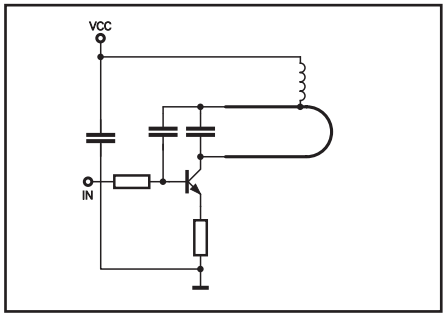
Pilot radiowy



Do czego to służy?

Wstyd się przyznać, ale przez te kilka lat istnienia EdW nie opublikowaliśmy jeszcze ani jednego opisu pilota zdalnego sterowania wykorzystującego do transmisji danych fale radiowe. Było to spowodowane ogólnie znaną niechęcią, jaką żywią elektronicy, a w szczególności niżej podpisany, do wszelkiego rodzaju cewek i strojonych indukcyjności. Muszę się Wam przyznać, że nigdy jeszcze „nie wyszedł" mi jakikolwiek odbiornik czy nadajnik radiowy, pomimo że układów elektronicznych zaprojektowałem i wykonałem raczej sporo. Ponadto, zaprojektowanie i wykonanie nadajnika i odbiornika radiowego to nie wszystko. Układ musi być na tyle prosty i łatwy w uruchamianiu, aby poradzili z nim sobie nawet początkujący Czytelnicy EdW, którzy niejednokrotnie muszą się jeszcze obywać bez skomplikowanych i kosztownych przyrządów pomiarowych. Wszystko to spowodowało, że jak dotąd nie ukazał się w EdW opis aparatury RC, pomimo że prototyp takiego urządzenia został już wykonany. Niestety, regulacja tego układu przekracza możliwości przeciętnego hobbysty i wymaga kosztownej aparatury pomiarowej. Czy zatem nie ma żadnego wyjścia z sytuacji? Jest, jeżeli zastosujemy starą i sprawdzoną zasadę, że jeżeli jakiegoś szczytu nie można zdobyć, to należy go obejść bokiem.

Rys. 1. Uproszczony schemat blokowy modułu nadajnika



Zaprojektowałem dla Was prosty układ radiowego pilota o zasięgu kilkunastu - kilkudziesięciu metrów, który nie będzie wymagał jakiegokolwiek strojenia i regulacji. Nie będziemy także zmuszeni do nawijania cewek i mozolnego kręcenia trymerami w celu zestrojenia nadajnika z odbiornikiem. Te wszystkie problemy zostały „przeskoczone" przez zastosowanie gotowych i zestrojonych modułów nadajnika i odbiornika, które można nabyć za stosunkowo niewielką cenę. Producentem tych rewelacyjnych układów jest mało w Polsce znana włoska firma TELECONTROLLI. Zastosowanie tych modułów radykalnie uprościło konstrukcję nadajnika i odbiornika pilota i spowodowało że jest on możliwy do wykonania nawet dla elektroników zupełnie nie obeznanych z radiotechniką.

Proponowany układ składa się z dwóch części: dwukanałowego nadajnika umieszczonego w typowej obudowie pilota od alarmów samochodowych i części odbiorczej z przekaźnikiem dużej mocy na wyjściu. Odbiornik może reagować na sygnał odebrany z pilota na trzy sposoby:

1. Zwierać styki przekaźnika po naciśnięciu przycisku w pilocie na określony czas.
2. Rozwierać styki przekaźnika po naciśnięciu przycisku w pilocie na określony czas.
3. Naprzemiennie zwierać lub rozwierać styki przy odebraniu kolejnych transmisji.

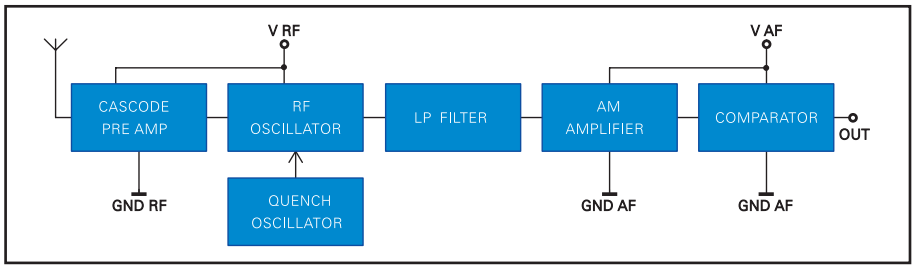
Sygnał nadawany przez pilota jest kodowany co pozwala zastosować wykonany układ do sterowania pracą prostych systemów alarmowych o niezbyt wielkim poziomie zabezpieczenia przed ingerencją niepowołanych osób. Dlaczego tak krytycznie oceniam wykonany przez siebie układ? Powód jest prosty: kod emitowany przez pilota jest stały (można go zmienić jedynie „ręcznie", za pomocą odpowiedniego ustawienia zworek w pilocie i odbiorniku). Tak więc „złamanie" takiego kodu jest sprawą dość prostą. To smutne, ale z całą pewnością można stwierdzić, że nie wszyscy elektronicy służą dobrej sprawie i niestety, niektórzy z nich przeszli na „ciemną stronę mocy", skutecznie zwalczając systemy alarmowe i zabezpieczające. Szczególnie przestrzegam przed zastosowaniem opracowanego przeze mnie pilota do sterowania samochodowymi centralkami alarmowymi połączonymi z układem elektrycznego otwierania drzwi. Samochód z taki alarmem byłoby znacznie łatwiej ukraść, niż gdyby nie miał jakiegokolwiek zabezpieczenia elektronicznego.

Proponowany układ pilota nadaje się natomiast doskonale do sterowania urządzeniami, które raczej nie zostaną „zaatakowane" przez złodziei wyposażonych w elektroniczne układy służące deszyfrowaniu kodu. Może być użyty do otwierania drzwi od klatek schodowych, a także jako sterownik elektrycznie napędzanej bramy wjazdowej. Nasz pilot nadaje się też znakomicie do włączania i wyłączania wszelkiego rodzaju domowych „bajerków", takich jak sterownika przesuwania zasłon.

Jak to działa?

Kluczową częścią urządzenia są dwa gotowe moduły:

Moduły te, a także wiele innych produkowanych przez wspomnianą firmę zostały już bardzo wyczerpująco opisane w sierpniowym numerze Elektroniki Praktycznej i dlatego podam teraz tylko ich najważniejsze parametry techniczne.



Rys. 2. Schemat blokowy modułu odbiorczego

Nadajnik R(adio)T(ransmitter)1.

Częstotliwość fali nośnej nadajnika dostarczanego na polski rynek:
433,92MHz +/- 0,5MHz
Napięcie zasilania: 9 ... 14VDC
Pobierany prąd: 3mA
Maksymalna częstotliwość transmisji danych: 4kHz
Wymiary: 7,6 x 19 mm
Nadajnik nie wymaga stosowania jakiejkolwiek anteny.

Odbiornik R(adio) R(eceiver) 4

Odbiornik superreakcyjny o stałej częstotliwości odbioru
Częstotliwość robocza odbiornika dostarczanego na polski rynek:
433,92MHz +/- 0,2MHz
Napięcie zasilania:
5VDC (standard TTL)
Pobierany prąd: 2,5mA
Napięcie wyjściowe: TTL
Czułość: -105dBm (2,2µV Vrms)
Maksymalna częstotliwość transmisji danych: 2kHz
Antena: odcinek przewodu długości kilkunastu centymetrów

Schemat blokowy modułu nadawczego został pokazany na rysunku 1 , a modułu odbiorczego na rysunku 2.

Schemat elektryczny proponowanego układu został pokazany na trzech rysunkach: na rysunku 3 widzimy schemat nadajnika, a na rysunku 4 i 5 odbiornika i układu wykonawczego. Zanim jednak przejdziemy do analizy tych schematów zajmijmy się chwilę zastosowanym modułami toru transmisji radiowej. Obydwa moduły wykonane zostały w cienkowarstwowej technologii hybrydowej. Egzemplarze sprzedawane w Polsce (dostępne także w ofercie handlowej AVT) dostrojone są do obowiązującej dla tego rodzaju urządzeń częstotliwości 433,92MHz. Umożliwiają one szeregową transmisję danych cyfrowych z maksymalną częstotliwością 2kHz. Nie jest to wiele, ale zupełnie wystarczająco do większości zastosowań hobbystycznych. Z pewnością wielu Czytelników przede wszystkim interesuje zasięg działania proponowanego układu. Podczas testów okazało się, że umożliwia on łączność nawet do 100 i więcej metrów, ale pod warunkiem że pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem nie znajdują się żadne przeszkody, mogące w znaczącym stopniu tłumić fale radiowe.

Nadajnik pilota, pokazany na rysunku 3, skonstruowany został z wykorzystaniem „dyżurnej" kostki kodera - MC145026. Z tym układem, a także z jego bratem syjamskim - MC145028 spotkaliśmy się już podczas konstruowania prostej samochodowej centralki alarmowej AVT-2078. Układ posiada 9 wejść kodujących, co umożliwia ustawienie 19863 kombinacji kodu. W układzie MC145026, podobnie jak w jego odpowiedniku - dekoderze MC145028 zastosowano ciekawą metodę programowania w systemie trójkowym (znaną nam już z opisu układów z serii UM3758 i wspomnianej centralki alarmowej). Każde z wejść programujących może zostać ustawione w trzech stanach: połączone z masą, połączone z plusem zasilania i w stanie trzecim - „wiszące w powietrzu". Niezwykle interesujący jest sposób, w jaki układ sprawdza stan wejść programujących. Bardzo małym prądem stara się wymusić na tych wejściach kolejno stan wysoki i stan niski. Jeżeli obie próby powiodą się, oznacza to że na badanym wejściu panuje stan „trzeci".

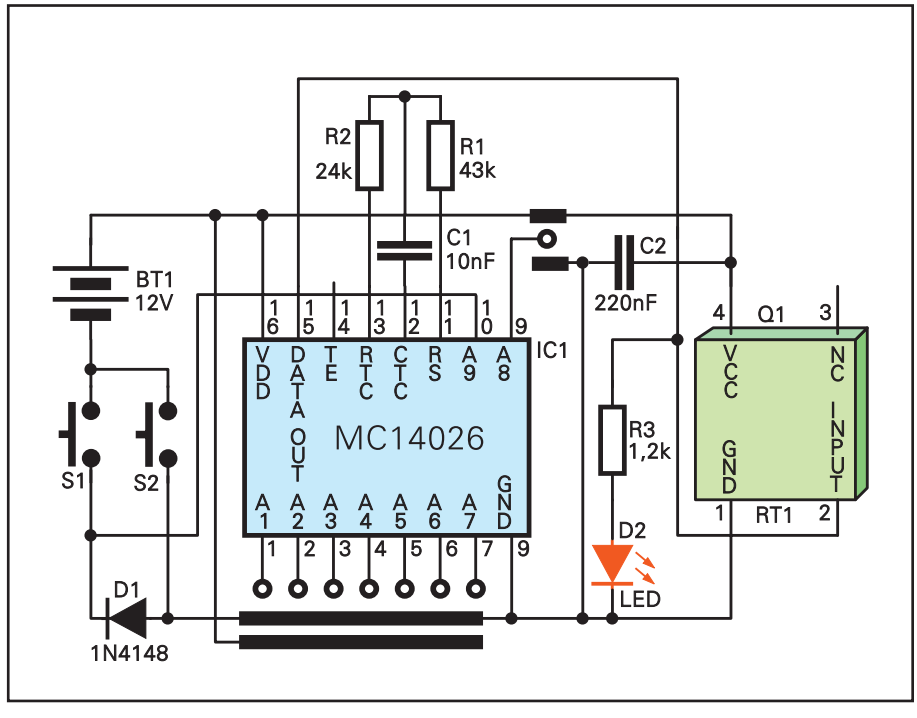
W naszym układzie dla użytkownika dostępne jest jedynie osiem wejść kodujących. Dziewiąte wejście - A9 wykorzystane jest do zmiany kanału na którym ma pracować nadajnik. Układ nadajnika dołączony jest na stałe do plusa zasilania i posiada dwa włączniki S1 i S2 doprowadzające napięcie od minusa baterii. Jeżeli naciśniemy na przycisk S2 to układ IC1 będzie generował kod zgodny z połączeniem wejść adresowych A1...A8, natomiast wejście A9 nie będzie połączone z niczym. Po naciśnięciu przycisku S1 wejście adresowe A9 zostanie przez diodę D1 zwarte z minusem zasilania i układ wygeneruje drugi z ustawionych kodów.

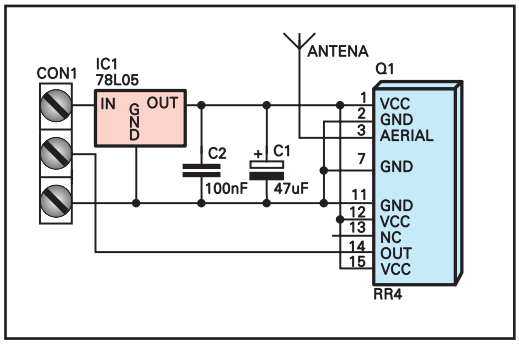
Układ nadajnika może być zasilany napięciem stałym z przedziału 5 ... 15VDC, najczęściej będzie to bateria 12V przeznaczona do pracy w pilotach do alarmów samochodowych.

Układ odbiorczy podzielony został na dwie części: jedna, pokazana na rysunku 4, zawiera wyłącznie moduł odbiorczy wraz z stabilizatorem napięcia +5VDC, a druga pozostałą część odbiornika. Ten podział spowodowany został dwoma przyczynami. Po pierwsze, takie rozwiązanie umożliwia odłączenie modułu odbiornika i zastosowanie tego stosunkowo drogiego układu w innym urządzeniu. Po drugie, pozwala na umieszczenie modułu odbiorczego w pewnej odległości od reszty układu i zapewnienie mu optymalnych warunków odbioru transmisji radiowej.

Blok odbiornika jest układem niezwykle prostym, którego jedynym zadaniem jest zasilanie modułu odbiorczego. Zastosowany stabilizator IC1 zapewnia dostarczenie właściwego napięcia do modułu odbiornika, niezależnie od napięcia dostarczanego z układu współpracującego.

Rys. 3. Schemat ideowy nadajnika





Rys. 4. Schemat ideowy odbiornika

Na rysunku 5 został pokazany schemat najbardziej rozbudowanej części układu - centralki pilota. Do wejścia CON4 dołączony jest opisany wyżej układ odbiornika. Zdaniem tranzystora T4 jest dopasowanie poziomów napięć panujących w obydwóch częściach układu, a tranzystor T3 pełni rolę inwertera przywracającego właściwą polaryzację sygnału zanegowanego przez T4. Układ IC3 - MC145028 dekoduje odebrany sygnał i porównuje go z ustawionym kodem. Jeżeli dwa kolejne porównania wypadną pozytywnie, to na wyjściu VT (Valid Transmission) pojawia się stan wysoki. Stan ten, po zanegowaniu przez tranzystor T1 zostaje doprowadzony do wejścia wyzwalającego przerzutnika monostabilnego IC1A powodując wygenerowanie przez ten układ impulsu o czasie trwania określonym pojemnością C3 i rezystancją R5 + PR1.

Wytworzony przez IC1A impuls doprowadzany jest do wejścia zegarowego przerzutnika typu D - IC4A. Przerzutnik ten pracuje w układzie tzw. „dwójki liczącej", co oznacza że każdy kolejny impuls doprowadzony do jego wejścia zegarowego powoduje zmianę stanu przerzutnika na przeciwny. Tak więc jedno naciśnięcie przycisku w pilocie i odebranie przez układ odbiorczy prawidłowej transmisji spowoduje włączenie układu wykonawczego, a kolejne jego wyłączenie.

Tranzystor T2 steruje układem wykonawczym, którym w naszym urządzeniu jest przekaźnik REL1. Zastosowanie przekaźnika zamiast tranzystora mocy czy triaka zostało spowodowane chęcią zbudowania układu maksymalnie uniwersalnego. Triak mógłby pracować jedynie w obwodzie prądu przemiennego, tranzystor w układach zasilanych napięciem stałym, natomiast dla przekaźnika rodzaj przełączanego prądu jest w zasadzie obojętny. Ponadto przekaźnik może przewodzić relatywnie duże prądy bez stosowania jakiegokolwiek chłodzenia.

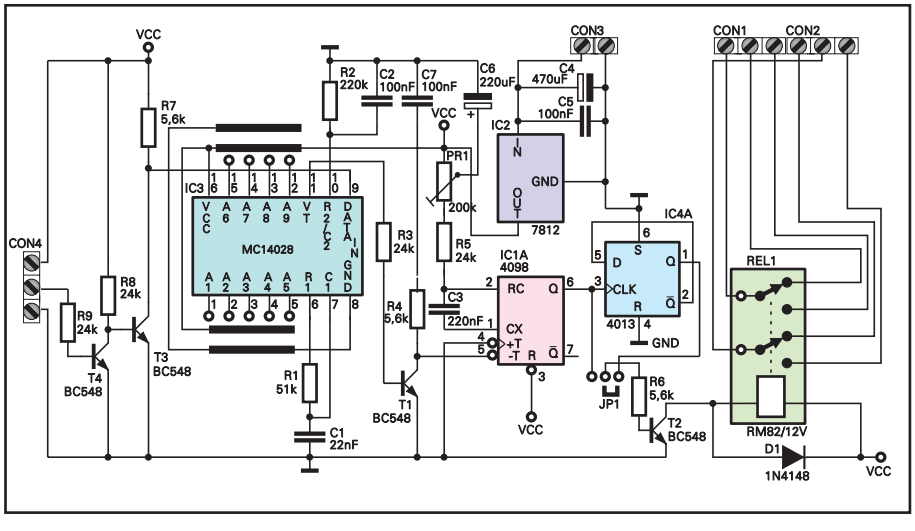
Za pomocą jumpera JP1 możemy wybrać jeden z dwóch trybów pracy układu. W położeniu JP1 takim, jak na schemacie układ będzie działał w trybie naprzemiennym, po każdym odebraniu prawidłowego kodu na przemian włączając i wyłączając przekaźnik. Jeżeli jumper JP 1 przestawimy w przeciwne położenie, to układ będzie pracował w trybie chwilowym: styki przekaźnika będą zwarte przez czas określony pojemnością C3 i rezystancją R5 + PR1

Układ może być zasilany napięciem stałym z zakresu 15...24VDC, niekoniecznie stabilizowanym.

Montaż i uruchomienie.

Na rysunku 6 została pokazana płytka drukowane układu pilota, od którego rozpoczniemy budowę urządzenia. Płytka została wykonana na laminacie dwustronnym z metalizacją i zwymiarowana pod obudowę pilota samochodowego. Montaż pilota wykonujemy w typowy sposób, z jednym wyjątkiem: zastosowanie podstawki pod układ scalony IC1 - MC14026 jest absolutnie zabronione ponieważ spowodowałoby niemożność zamknięcia obudowy. Jedynym problemem na jaki napotkamy podczas montażu płytki pilota będzie wykonanie styków do baterii. Można je wyciąć z kawałków sprężystej blaszki, np. z styków uszkodzonego przekaźnika. Metodą alternatywną może być proste przylutowanie bateryjki do płytki z pomocą odcinków srebrzanki, tak jak to zrobiono w przypadku układu modelowego. Takie rozwiązanie zapewnia doskonałą pewność dołączenia zasilania do układu, a konieczność sięgnięcia po lutownicę przeciętnie raz na dwa lata (na tyle mniej więcej

Rys. 5. Schemat ideowy układu wykonawczego



Wykaz elementów.

Nadajnik

Kondensatory

C1	10nF
C2	220nF

Rezystory

R1	43kΩ
R2	24kΩ
R3	1,2kΩ

Półprzewodniki

D1	1N4148 lub odpowiednik
D2	dioda LED, czerwona 3mm
MC	14026

Pozostałe

Q1 moduł nadawczy 430 MHz RT1 (nie wchodzi w skład kitu, dostępny w ofercie handlowej AVT)

S1, S2 przyciski typu RESET lutowane w płytkę

Układ wykonawczy

Kondensatory

C1	22nF
C2, C5, C7	100nF
C3	220nF
C4	470uF/25
C6	220uF/16

Rezystory

PR1 potencjometr montażowy miniaturowy 200k

R1	51kΩ
R2	220k Ω
R3, R5, R8	24kΩ
R4, R6, R7	5,6kΩ

Półprzewodniki

D1	1N4148 lub odpowiednik
IC1	4098
IC2	7812
IC3	MC14028
IC4	4013
T1, T2, T3, T4	BC548 lub odpowiednik

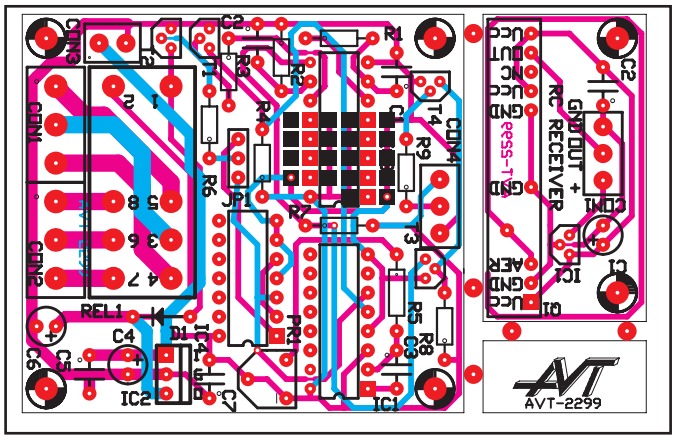
Pozostałe

CON1, CON2	ARK3
CON4	ARK3 3,5mm
CON3	ARK2 3,5 mm
JP1	3x goldpin + jumper
REL1	przekaźnik RM-82/12V

Odbiornik

IC1	78L05
C1	47uF/10
C2	100nF

UWAGA! Modyuły nadawczy i odbiorczy nie wchodzą w skład kitów AVT 2298 i AVT 2299 i należy je zamówić oddzielnie



Rys. 6. Schemat montażowy nadajnika

czasu starcza bateria przy przeciętnie intensywnej eksploatacji) nie wdaję się być zbyt uciążliwa.

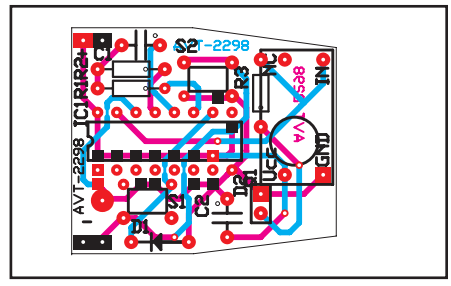
Zmontowaną płytkę pilota wraz z podłączoną bateryjką zamykamy w obudowie i bierzemy się za montaż części odbiorczej układu. Na rysunku 7 pokazana została płytka drukowana układu odbiornika.

Jak zwykle rozpoczynamy montaż układu od elementów o najmniejszych wymiarach i podstawek pod układy scalone. Montaż wykonujemy wyjątkowo starannie, licząc się z tym, że być może nasze urządzenie będzie pracować w niekorzystnych warunkach atmosferycznych (np. układ do otwierania bramy wjazdowej). Po zmontowaniu całości i optycznym sprawdzeniu poprawności połączeń wkładamy układy scalone w podstawki i łączymy ze sobą za pomocą odcinków srebrzanki moduł odbiornika z płytką bazową. Do złącza CON3 dołączamy napięcie zasilające, które może wynosić 16 ... 24VDC i rozpoczynamy sprawdzanie poprawności działania układu.

Jeżeli posiadamy oscyloskop, to dołączamy jego sondę do wejścia DATA IN IC3 i naciskamy przycisk w pilocie. Jeżeli wszystko jest OK, to na ekranie oscyloskopu powinien ukazać się ciąg impulsów prostokątnych o zmiennym wypełnieniu, a po dołączeniu sondy oscyloskopu do wyjścia VT IC3 powinniśmy stwierdzić występowanie na nim stanu wysokiego. W przypadku braku oscyloskopu dołączamy woltomierz lub próbnik stanów logicznych od razu do wyjścia VT. Następnie ustawiamy jumper JP1 w pozycji takiej, jak na schemacie i sprawdzamy, czy po każdym naciśnięciu przycisku przekaźnik REL1 zmienia swój stan na przeciwny. Ostatnią czynnością będzie wyregulowanie za pomocą potencjometru montażowego PR1 czasu trwania impulsu generowanego przez IC1A, a tym samym czas zwierania styków przekaźnika przy impulsowym trybie pracy. W przypadku, gdyby pomimo regulacji czas ten okazał się za krótki, możemy wymienić C3 na inny, o większej pojemności. Możemy także zwiększyć wartość potencjometru montażowego PR1 i lub rezystora R5.

Pozostały nam jeszcze dwie sprawy do omówienia: ustawianie kodu i problem anteny odbiorczej. Kod, oczywiście identyczny w nadajniku i odbiorniku, ustawiamy zwierając kropelkami cyny wejścia adresowe kodera i dekodera do masy, do plusa zasilania lub też pozostawiając je nie podłączone do niczego. Jest jednak jeden wyjątek: wejście adresowe A9 w układzie odbiornika. Możemy je dołączyć do masy, jeżeli korzystać będziemy z kanału 1 pilota lub pozostawić nie podłączone w przypadku korzystania z kanału 2.

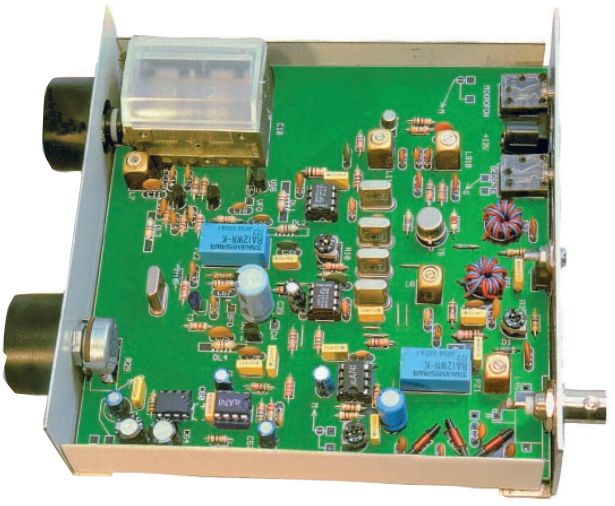
No i jeszcze ta nieszczęsna antena: producent modułu odbiornika zaleca zastosować w jej roli krótki odcinek przewodu i takie też rozwiązanie zostało zastosowane w układzie prototypowym i jest zalecane Użytkownikom układu. Pomyślałem jednak, że po co „ozdabiać" nasz odbiornik dodatkowymi przewodami. Na płytce produkcyjnej okładu odbiornika została umieszczona dodatkowa ścieżka, dołączona do punktu oznaczonego jako AER, będącego wejściem antenowym odbiornika i otaczająca całą płytkę. Nie miałem możliwości tego sprawdzić doświadczalnie, ale można przypuszczać nie bez podstaw, że może ona z powodzeniem pełnić rolę anteny. Jeżeli okaże się, że skuteczność jej jest nie wystarczająca, to pozostaje zgodnie z instrukcją producenta modułu zastosować przewód o długości kilkunastu centymetrów.



Rys. 7. Schemat montażowy odbiornika

Jak już wiemy, wykonany przez nas pilot może współpracować z dowolną ilością odbiorników, w tym przy wykorzystywaniu dwóch kanałów, z dwoma znajdującymi się jednocześnie w jego zasięgu. Także odbiornik może być sterowany dowolną ilością pilotów o identycznie zaprogramowanym kodzie. Z tych względów produkowane będą dwa kity: AVT-2299 zawierający płytki i elementy potrzebne do budowy pilota i AVT-2298, który zastosujemy do budowy części odbiorczej.

Zbigniew Raabe



Kit 2310 AVT

Transceivery SSB

część 3

Montaż i uruchomienie

Bardzo ważnym elementem konstrukcji jest obudowa, która pełni kilka funkcji, a m.in., oprócz ekranu od pól w.cz. (eliminuje możliwość zakłóceń odbioru oraz nadawania), usztywnia całą konstrukcję zmniejszając niestabilność VFO oraz umożliwia przykręcenie do tylnej ścianki - za pośrednictwem podkładki mikowej - tranzystora T6.

W pierwszym urządzeniu modelowym została wykorzystana fabryczna obudowa metalowa o oznaczeniu T31 (dostępna m.in. w sieci handlowej AVT), charakteryzująca się wymiarami zewnętrznymi 140x140x40mm. Wymagała ona nieco przeróbek polegających m.in. na obcięciu wewnętrznych zagięć montażowych, wywierceniu w przedniej płytce otworu na oś kondensatora zmiennego o średnicy około 15mm oraz drugiego otworu o średnicy 6mm na oś potencjometru siły głosu. Na istniejącą oś kondensatora zmiennego o średnicy 4mm wklejono tulejkę zwiększającą średnicę osi do typowych wymiarów 6mm (oczywiście nie jest to konieczne przy zastosowaniu odpowiedniego pokrętła).

Tylna płytka obudowy została wymieniona na aluminiową (przez wygięcie kawałka blachy o grubości 2mm), która łatwiej odprowadza ciepło z tranzystora końcowego niż pierwotna blacha z niepotrzebnym otworem i w dodatku malowana farbą. Sposób wykonania niezbędnych otworów do zamocowania tranzystora T6 oraz pod gniazda: antenowe, mikrofonowe, zasilania i głośnikowe przedstawiono na rysunku 3.

Dla tych, którym nie obce są konstrukcje mechaniczne z blachy, autor poleca własnoręczne wykonanie obudowy, która będzie bardziej funkcjonalna od fabrycznej T31 (pokazano także na rysunku 3). Będzie ona przede wszystkim zapewniała bezpośredni dostęp do punktów lutowniczych płytki drukowanej oraz przez to, że jest nieco głębsza od T31, umożliwi łatwe zamontowanie skali cyfrowej, którą przewidujemy opisać niebawem. Proponowana obudowa będzie składała się z dwóch pokryw (górnej i identycznej dolnej) wygiętych z dwóch kawałków blachy aluminiowej o grubości co najmniej 1mm w kształt „U" oraz ramki mocującej opasującej płytkę drukowaną wygiętej z paska blachy ocynkowanej (ze względu na możliwość łatwego lutowania) również o grubość 1mm. Płytka przednia może być wykonana niekoniecznie z blachy, równie dobrze może być z paska laminatu oklejonego np. folią czy przykrytego płytką pleksiglasu.

Jak już wspomniano, większość elementów indukcyjnych można wykorzystać gotowych. Cewki L1....L3 to typowe dławiki o indukcyjności 2,2µH (można nawinąć własnoręcznie po 14 zwojów DNE 0,3 na rdzeniu ferrytowym o średnicy 2mm). Oczywiście po nawinięciu należy skontrolować i ewentualnie skorygować indukcyjność, bo zależy ona zarówno od liczby zwojów jak i przenikalności magnetycznej zastosowanego rdzenia ferrytowego (liczby AL). Zamiast dławików Dł1...Dł4 (gotowe przypominające wyglądem rezystory) można nawinąć po około 30 zwojów DNE 0,1 na rdzeniach ferrytowych o średnicach 2mm lub, w ostateczności, zastosować rezystory o wartości około 10 Ohm.

Bifilarne transformatory w.cz. TR1 i TR2 w rozwiązaniu modelowym zawierały po 10 zwojów drutu DNE 0,3 nawiniętych równocześnie dwoma przewodami w izolacji igelitowej tak zwaną „krosówką" na rdzeniach toroidalnych o średnicach zewnętrznych 10mm z materiału U32. Uzwojenia w każdym transformatorze są połączone w szereg przy zachowaniu jednakowego kierunku nawinięcia (początek pierwszego uzwojenia łączymy z końcem drugiego uzwojenia).

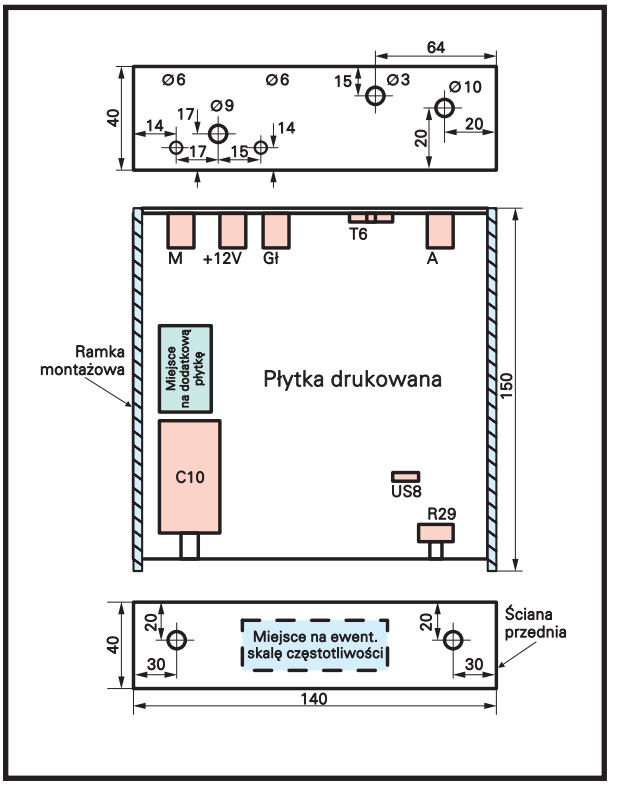
Zamiast cewek filtrów 7x7 o numerach 127 można dobrać inne typy filtrów o indukcyjności w granicach 10µH i skorygować pojemności kondensatorów, bądź przewinąć inne filtry 7x7 nawijając uzwojenia cewek L5, L6, L11, L10 po 34 zwoje DNE 0,1, zaś L4 i L9 po 4 zwoje takiego samego przewodu. Podobnie można postąpić z cewką L7 o symbolu 204 (indukcyjność około 1,4µH) lub nawinąć na innym korpusie filtru 7x7 około 10 zwojów DNE 0,2.

Indukcyjność cewki L8 powinna być taka, aby powodowała obniżenie częstotliwości rezonatora kwarcowego BFO o około 200Hz. W rozwiązaniu modelowym był zastosowany typowy dławik o indukcyjności 10µH.

Cały układ minitransceivera zmontowano na płytce drukowanej o wymiarach 135x135mm, przedstawionej we wkładce. Rozmieszczenie elementów na płytce pokazano na rysunku 4.

Montując układ nie należy przeoczyć wielu zworek oraz poprowadzenia dodatkowym przewodem ekranowanym sygnałów

Rys. 3. Obudowa urządzenia



do gniazdek: głosnikowego oraz mikrofonowego, których zastosowanie wynikło z chęci wyeliminowania płytki dwustronnej.

Samo uruchomienie układu nie odbiega od sposobu uruchomienia innych opisywanych transceiverów SSB. Choć urządzenie zostało tak zaprojektowane, aby po wstawieniu wszystkich elementów w zasadzie nie trzeba było dokonywać skomplikowanych czynności strojeniowych, to jednak przedstawione w dalszej części opisu czynności są niezbędne do prawidłowej pracy układu.

Spośród czynności wstępnych przed właściwym uruchomieniem urządzenia należy wspomnieć o zaopatrzeniu się w zasilacz stabilizowany 12V max 13,8V (najlepiej z ogranicznikiem prądowym rzędu 1A) zakończony odpowiednim wtykiem (nie pomylić biegunów zasilania), głośnik np. GD6/0,5W lub dowolne słuchawki zakończone wtykiem, a także mikrofon dynamiczny z przyciskiem PTT, zakończonym także właściwym wtykiem.

Warto w tym miejscu dodać, że do współpracy z opisanym urządzeniem autor wykorzystał również własnoręcznie wykonany mikrofon. Choć można tutaj spróbować zastosować dostępny fabryczny mikrofon dynamiczny z przyciskiem (wyłącznikiem) lub elektretowy (po dołączeniu napięcia zasilającego poprzez rezystor rzędu 10kΩ to sądzić należy, że będą czytelnicy, którzy nie mają dostępu do mikrofonu i będą chcieli sami go wykonać.

Schemat połączeń mikrofonu przedstawiono na rysunku 5. Z dobrym rezultatem można tutaj wykorzystać dostępne wkładki telefoniczne z serii W... W rozwiązaniu modelowym autor zastosował nową dynamiczną wkładkę telefoniczną typu WSN 88 produkcji TONSIL z Wrześni oraz przypadkowy przycisk przykręcany nakrętką. Jako obudowę mikrofonu wykorzystano pudełko plastikowe oznaczone symbolem producenta ZXXIV o wymiarach zewnętrznych 67x47x24mm.

Wracając jednak do konkretnych czynności uruchomieniowych, w pierwszej kolejności należy sprawdzić wartości napięć zasilających, poziomy sygnałów i wartości częstotliwości generatorów. Do tego celu m.in. zastosowano kondensatory C18 oraz C67 z opisanymi punktami VFO i BFO.

Do punktów tych można podłączyć oscyloskop (do obserwacji, czy kształt wyjściowy sygnału jest jak najbardziej zbliżony do sinusoidy) oraz cyfrowy miernik częstotliwości.

Poziomy sygnałów doprowadzonych do nóżek 6 układów scalonych US2 i US3 powinny być zbliżone do zalecanych wartości aplikacyjnych 300mV (ew. regulacja poprzez korekcję dzielników rezystorowych R17/R18 i R19/R20). Układ BFO powinien pracować od razu poprawnie zapewniając częstotliwość BFO o wartości zbliżonej do 5,9998MHz. Trochę czasu wymaga ustawienie częstotliwości VFO. Przy wykręconym rotorze kondensatora zmiennego C10 ustawiamy rdzeń w cewce L7 w taki sposób, aby miernik częstotliwości wskazał częstotliwość zbliżoną do 3,8MHz. Następnie, przy wkręconym rotorze, częstotliwość powinna obniżyć się i osiągnąć w skrajnym położeniu 3,5MHz. Korekcję tę przeprowadza się poprzez dobranie wartości C13 oraz przez rozginanie bądź doginanie płytek rotora kondensatora zmiennego. Warto pamiętać, szczególnie przy uruchamianiu układu na inny podzakres KF, że istnieje możliwość zwiększenia zakresu przestrajania VFO także poprzez równoległe dołączenie wolnej sekcji kondensatora 14pF (za pośrednictwem dolutowania od strony miedzi kawałka srebrzanki). Poprzez kilkukrotną korekcję L7 oraz kondensatorów z pewnością nastąpi taki moment, kiedy w dwóch skrajnych położeniach gałki strojenia osiągniemy krańcowe wartości częstotliwości 9,5 oraz 9,8MHz, co kończy wstępną pracę z VFO (wstępną bo pozostanie jeszcze ewentualne dobieranie kondensatorów pod względem współczynników temperaturowych w przypadku zauważenia zbyt dużego płynięcia częstotliwości).

Po dołączeniu do wejścia antenowego generatora na zakres 3,5MHz (lub już konkretnej anteny) pozostanie dostrojenie obwodów wejściowych (ustawienie rdzeni w cewkach L5 i L6) na najsilniejszy sygnał w głośniku.

Przed załączeniem nadajnika wskazane byłoby podanie napięcia 12V tylko na stopnie nadajnika celem skorygowania punktów pracy tranzystorów.

Prądy spoczynkowe można zmierzyć za pomocą woltomierza dołączanego do rezystorów i zastosować prawo Ohma. W rozwiązaniu modelowym osiągnięto następujące napięcia: R41 - 0.9V, R36 - 1,4V, R31 - 0,15V. Oczywiście nie są to wartości, które za wszelką cenę należy starać się uzyskać, bo przy innych tranzystorach i w innym układzie może być inaczej. Należy kierować się raczej zdrowym rozsądkiem i własnym doświadczeniem.

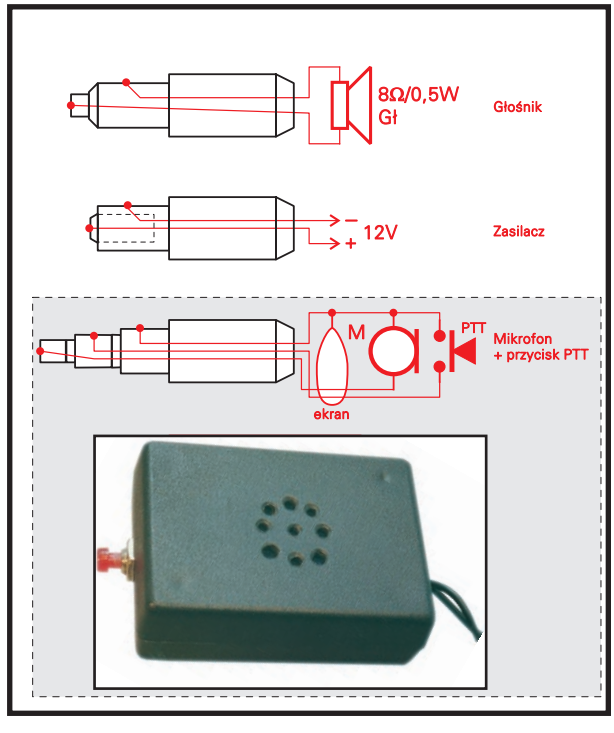
Po uruchomieniu nadajnika przyciskiem PTT i skontrolowaniu przełączania sygnałów VFO i BFO oraz ewentualnym skorygowaniu punktów pracy, należy zestroić filtr dwuobwodowy. W tym celu ustawiamy suwak potencjometru R10 w skrajne położenie i tak ustawiamy rdzenie w cewkach L10 i L11, aby uzyskać na sztucznym obciążeniu 50 Ohm maksymalny sygnał wejściowy. Jeżeli będziemy wykorzystywali do tego oscyloskop, to od razu skontrolujemy, czy sygnał jest jak najbardziej zbliżony do sinusoidy. Dołączony miernik częstotliwości powinien wskazać wartość z przedziału 3,5 do 3,8MHz. Strojenie najlepiej jest przeprowadzić w okolicy środka zakresu, np. na 3,7MHz. Można przy okazji skorygować zestrojenie VFO (rdzeniem L7) i nanieść obok pokrętła strojenia co najmniej dwa znaczniki częstotliwości. Jako sztuczne obciążenie można wykorzystać rezystor 51 Ohm/2W (lub kilka równolegle połączonych, np. 2 sztuki po 100 Ohm/1W).

Następnie równoważymy modulator poprzez sprowadzenie suwaka potencjometru w takie położenie (okolice środka zakresu), aby na wyjściu uzyskać jak najmniejszy poziom sygnału (ideałem byłoby zero). W przypadku zwarcia punktu CW do masy znów powinna pojawić się fala nośna.

Urządzenie modelowe nie było przystosowane do pracy telegraficznej, ale nic nie stoi na przeszkodzie, aby wyprowadzić punkt CW poprzez dodatkowe gniazdko, które będzie służyło do bezpośredniego podłączenia klucza telegraficznego lub - lepiej - poprzez specjalny układ BK, który będzie jednocześnie zwierał punkt PTT i wejście mikrofonowe do masy.

Jeżeli opisane powyżej czynności wypadły pomyślnie, pozostaje jeszcze dobrać poziom sygnału z mikrofonu za pośrednictwem potencjometru R1 tak, aby uzyskać maksymalny poziom SSB bez zniekształ-

Rys. 5. Schemat połączeń mikrofonu



ceń wynikających z przesterowania modulatora. Jakość sygnału można łatwo skontrolować poprzez odbiornik z krótką anteną (np. kilkadziesiąt cm przewodu) ustawiony w pobliżu wyjścia antenowego minitransceivera.

Po upewnieniu się, że na wyjściu otrzymaliśmy prawidłowy sygnał SSB, czyli czytelny z naksymalnie wytłumioną nośną i górną wstęgą boczną, dopiero teraz możemy dołączyć antenę i jeszcze raz skontrolować, czy jakość sygnału nie uległa pogorszeniu i czy przypadkiem nie nastąpiło wzbudzenie wzmacniacza nadajnika.

Wypada sprawdzić temperaturę tranzystorów i jeżeli będzie zbyt wysoka, prowadząca nieuchronnie do zniszczenia podczas dłuższej pracy, to jest to kolejnym sygnałem, że należy sprawdzić ustawienie prądu spoczynkowego, a następnie zapewnić lepsze chłodzenie poprzez dodatkowy radiator, np. z blachy. W układzie modelowym poziom sygnału wyjściowego nadajnika dochodził do wartości 15V przy temperaturze obudów tranzystorów T4...T6 umożliwiających jeszcze dotknięcie palcem.

Wynik testów

Opisany minitransceiver Antek był poddany próbom w łączności przez kilku licencjonowanych krótkofalowców. Testowane urządzenie współpracowało z anteną dipol 2x19,5m oraz antenami wielopasmowymi W3DZZ i G5RV, a także z odcinkiem drutu o długości 10m rozwieszonego w mieszkaniu (tylko podczas odbioru). Do zasilania używano zarówno akumulatora samochodowego 12V jak i zasiacza stabilizowanego 13,8V. Zaliczono na nim kilkadziesiąt łączności ze wszystkimi okręgami SP z raportami od 54 do 59.

Odbiornik spisywał się całkiem dobrze, biorąc pod uwagę jeszcze niezbyt dobre warunki propagacyjne, zaś jakość nadawanego sygnału była nienaganna, oczywiście uwzględniając moc QRP. Do wyjścia urządzenia podczas prób w zawodach był podłączany dodatkowy wzmacniacz liniowy, celem uzyskania większej mocy wyjściowej zgodnie z posiadaną licencją.

Zasadniczą wadą urządzenia zmontowanego z podzespołów AVT była niewystarczająca stabilność częstotliwości VFO, która dała się zauważyć szczególnie podczas dłuższych pogawędek na pasmie 80m (podczas krótkich rozmów oraz zawodów nie było to przeszkodą). Oczywiście kilkugodzinna „zabawa" z VFO polegająca na wymianie kondensatorów na inne, o różnych współczynnikach temperaturowych (wzajemnie się kompensujących), jakie znalazły się w szufladzie autora, doprowadziła do stabilności rzędu 200Hz.

Oto podstawowe parametry modelowego minitransceivera ANTEK:

- częstotliwość pracy: 3,5 - 3,8MHz
- emisja: SSB-LSB (CW)
- czułość odbiornika: 0,5uV (przy 10dB S+N/N)
- moc wyjściowa nadajnika: 2W
- tłumienie niepożądanej wstęgi bocznej: >40dB
- tłumienie fali nośnej: >40dB
- napięcie zasilania: 12V (13,8V)
- wymiary obudowy: 140x140x40mm

Możliwości rozbudowy i eksperymentów

Po pierwsze nie należy kurczowo trzymać się zastosowanych wartości rezonatorów 6,0MHz. Sądzić należy, że przy zastosowaniu dostępnych rezonatorów w granicach 4,43... 8,86MHz także można z powodzeniem uruchomić minitransceiver (oczywiście po zmienieniu odpowiednio wartości generatora VFO). Jednym z warunków użycia innej wartości p.cz. powinna być analiza niepożądanych składowych wyjściowych sygnału a także brak lokalnej stacji broadcastingowej pracującej na częstotliwości p.cz. lub w jej pobliżu, mogącej „wchodzić" na odbiornik. Wcześniej autor uruchamiał z zadawalającym rezultatem podobne układy na pasmo 80 i 20m z rezonatorami 5MHz.

Ze względu na wykorzystane układy scalone NE612 urządzenie można przystosować praktycznie do wszystkich podzakresów KF, łącznie z pasmem 10m czy CB. W tych ostatnich przypadkach najlepiej byłoby użyć rezonatorów kwarcowych o wartości rzędu 20MHz.

Jeżeli ktoś myśli o uruchomieniu minitransceivera na pasmo 6m, to warto spróbować zastosować rezonatory o wartości około 40MHz, oczywiście po zmniejszeniu wartości współpracujących kondensatorów w filtrze do 15pF i zmodyfikowaniu układu BFO. Proponowana duża wartość p.cz. będzie korzystna nie tylko ze względu na minimalizację niepożądanych produktów odbiornika i nadajnika, ale także ze względu na stabilność VFO. W tych ostatnich przypadkach można nie zmieniać układu VFO, ponieważ potrzebną wartość VFO łatwo osiągnąć poprzez korekcję położenia rdzenia w cewce L7. Oczywiście pozostałe obwody LC oraz tranzystory wzmacniacza powinny być dobrane do pasma.

Sądzić należy, że podczas odwzorowywana opisanego układu z zastosowaniem przypadkowych kondensatorów i tranzystorów, będzie występował efekt płynięcia generatora. Z tego względu autor zachęca do eksperymentów z zastosowaniem różnych typów kondensatorów (szczególnie C13 i C14), które powinny doprowadzić do zadowalającej stabilności. Można przewidzieć także, że wymiana tranzystorów T1 i T2 na polowe, np. typu BF245, (po usunięciu R12 i R16) też powinna wpłynąć pozytywnie na stabilność. Oczywiście wszystkie te zabiegi

Wykaz elementów:

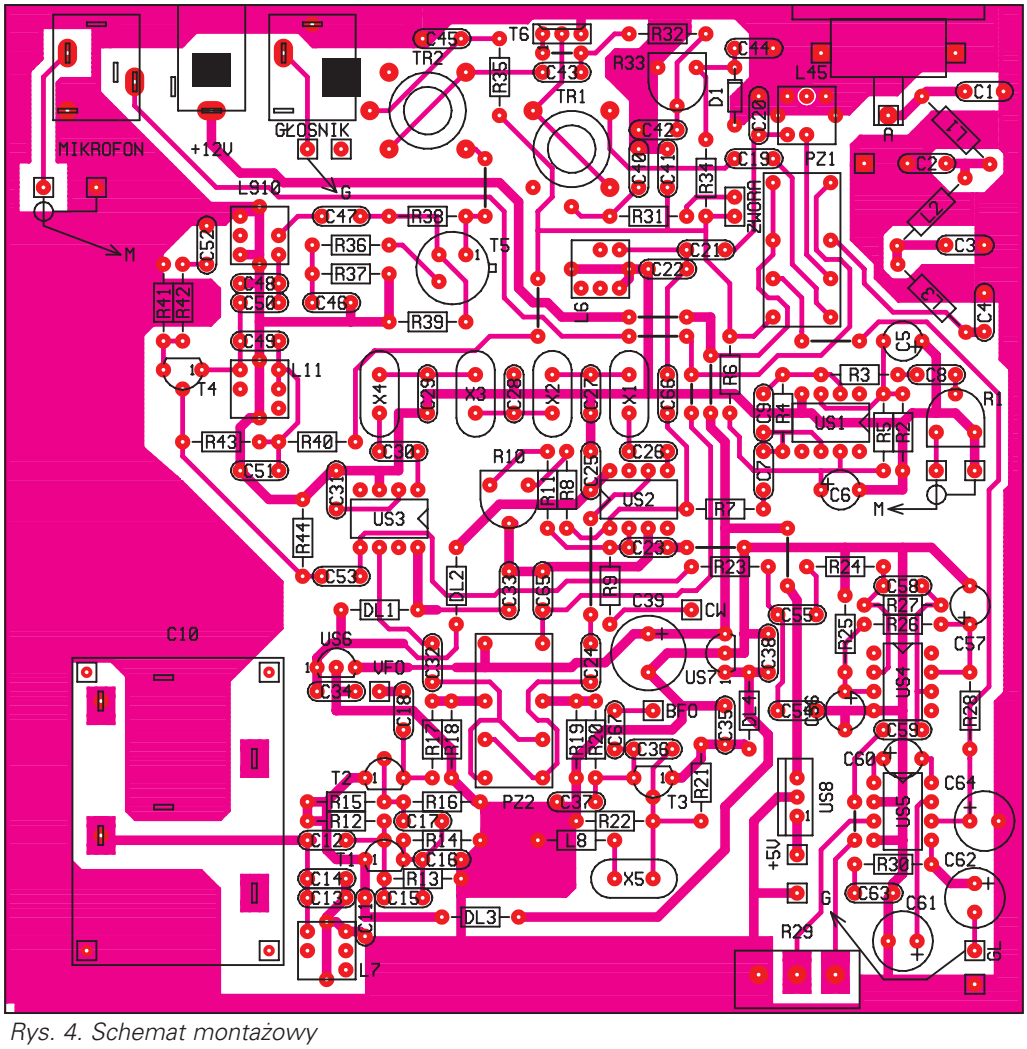
Kondensatory:
C1, C4: 750pF
C2, C3: 1,5nF
C5, C6, C56, C57, C61, C64: 10µF
C7, C8, C11, C19, C23, C25, C31, C33, C34, C35, C38, C40, C41, C42, C43, C44, C45, C46, C48, C51, C52, C55, C59, C63, C65, C66: 100nF
C9: 330pF
C10: 14,7pF (jedna sekcja kondensatora zmiennego ELTRA z przekładnią 3:1; 2x253pF, 2x14,7pF)
C12, C14: 150pF
C13, C17: 47pF
C15, C16, C24, C32, C36, C37: 220pF
C18, C53, C67: 1nF
C20, C22, C48, C49: 100pF
C21, C50: 22pF
C26, C27, C28, C29, C30: 33pF
C39: 470µF...1000µF
C54: 68nF
C58: 560pF
C60*: 10nF...10µF
C62: 100µF

Rezystory:
R1, R10, R33: 4,7kΩ PR
R2, R5, R25, R26: 10k
R3: 4,7kΩ
R4: 390kΩ
R6, R28, R32, R40, R41: 100Ω
R7, R23: 1kΩ
R8, R11: 51kΩ
R9, R12, R13, R15, R16, R21, R22: 22kΩ
R14, R20, R24, R44: 1kΩ
R17, R18: 470Ω
R19: 220Ω
R27: 240kΩ
R29: 47kΩ/B potencjometr obrotowy
R30, R35, R42: 10Ω
R34: 620Ω
R36: 4,7Ω
R37: 51Ω
R38: 2,4kΩ
R39: 430Ω
R43: 6,2kΩ

Półprzewodniki:
US1, US4: 741
US2, US3: NE612
US5: LM386
US6: 78L05
US7: 78L09
US8*: 7805

Inne:
A: BNC lub UC1 (gniazdo antenowe)
D1: 5V1 (dioda Zenera)
Dł1, Dł2, Dł3, Dł4: 47...470µH (dławiki)
Gł: gniazdo głośnikowe
L1, L2, L3: 2,2µH (dławiki na prętach ferrytowych)
L4/L5, L6, L9/L10, L11: 127 (cewki 7x7)
L7: 204 (cewka 7x7)
L8: 10µH (dławik)
M: gniazdo mikrofonu
PZ1, PZ2: RA12WN-K (przekaźniki na 12V)
X1, X2, X3, X4, X5: 6,000MHz (rezonatory kwarcowe)
Z: gniazdo zasilające
Podstawki: pin 8 - 5 szt.
Pokrętła: 2 szt. na oś o średnicy 6mm
Obudowa* T31

* nie wchodzi w skład kitu



Rys. 4. Schemat montażowy

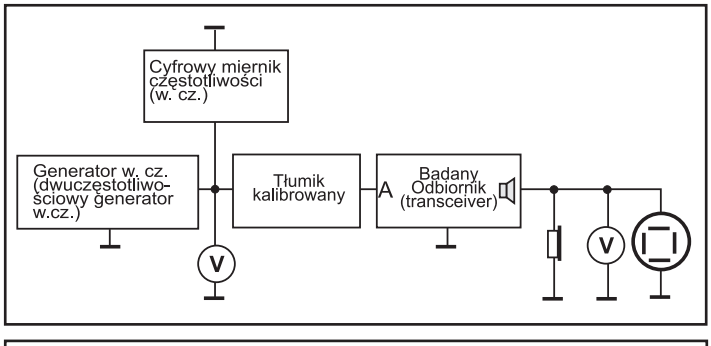
będą miały sens, kiedy zastosowany kondensator zmienny C10 nie będzie miał zbyt dużych luzów na zębatkach. Być może znajdą się tacy, którzy zastosują zamiast C10 diodę pojemnościową i potencjometr wieloobrotowy do strojenia.

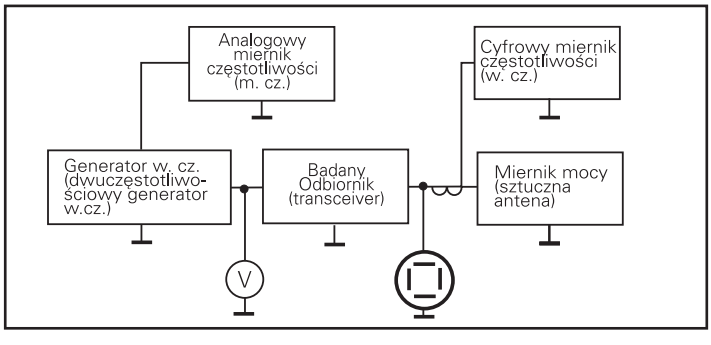
Następnym krokiem w podniesieniu stabilności urządzenia będzie prawdopodobnie zastosowanie dodatkowego układu, np. FLL na małej płytce zamontowanej w wolne miejsce obok C10 (o ile autor znajdzie wystarczająco dużo czasu na kolejne tego typu eksperymenty), ale wcześniej na pewno będzie opisana skala częstotliwości z wyświetlaczem LCD, która już przeszła pozytywne testy z kolejnym modelem tego minitransceivera.

To tylko niektóre z przykładowych możliwości zmian i eksperymentów. Zapewne krótkofalowcy mający więcej wolnego czasu na hobby niż autor zrealizują jeszcze inne pomysły, podobnie jak było przed laty z minitransceiveram Bartek.

Andrzej Janeczek SP5AHT

Rys. 6 i 7 Strojenie nadajnika i odbiornika





ELEKTOR w EdW

Sposób na przedłużenie życia łańcuchów żarówek
Longlife-Technik fur Lichterketten

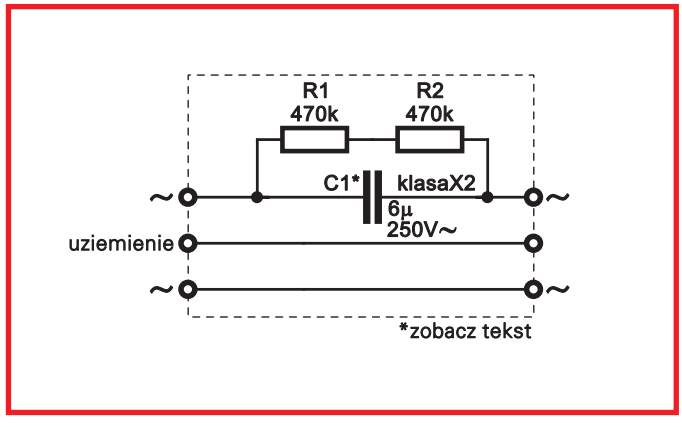
Autor: Uwe Kardel

Łańcuchy z lampkami do zastosowań zewnętrznych są wykorzystywane głównie w okresie Bożego Narodzenia i tym samym są w użyciu tylko przez jeden miesiąc w roku. Często okazuje się, że stosowane w nich żarówki mają niebyt długą żywotność i wytrzymują bez awarii nie dłużej niż przez pierwszy sezon. Lampki na wymianę nie zawsze są łatwo dostępne, a jeśli się już jakieś znajdzie, to często okazuje się, że są bezwstydnie drogie. Czy można przedłużyć ich okres świecenia?

Jak już wielokrotnie opisywaliśmy w Elektorze, czas życia żarówek radykalnie rośnie przy zmniejszania ich napięcia pracy. W przypadku lamp przeznaczonych do celów oświetleniowych stoi to w sprzeczności z efektywnym wykorzystaniem światła - zmniejsza sprawność, a ponadto obniża temperaturę barwy (przesuwa barwę w kierunku bardziej czerwonej). W przypadku łańcucha świecącego przeznaczonego do celów dekoracyjnych nie odgrywa to większej roli, jasność jest w pełni wystarczająca także przy nieco zmniejszonym napięciu roboczym.

Do prostej redukcji napięcia, zapewniającej możliwie najmniejsze straty może posłużyć przedstawiony tu moduł pośredniczący. Moduł składa się z wtyczki wkładanej bezpośrednio do gniazdka sieciowego, gniazda do dołączenia łańcucha świecącego i obwodu wewnętrznego, redukującego napięcie na łańcuchu złożonym z 16 lampek 14V/3W z typowej wartości 230V do 195V. Zapewnia to prawie 7-krotne wydłużenie czasu życia lampek.

Zmniejszenie napięcia zapewnia kondensator wstępny, który dla podanego łańcucha powinien mieć wartość 6µF. Został on utworzony z czterech, równolegle połączonych kondensatorów o wartości 1,5µF, które są łatwe do zdobycia. Bardzo ważna jest wystarczająca wytrzymałość napięciowa kondensatorów, która musi wynosić 250V dla napięcia przemiennego (630V dla napięcia stałego). Dla bezpieczeństwa zalecane są kondensatory klasy X2. Z tego samego powodu moduł może być wykonany tylko przez biegłego konstruktora. Jest szczególnie ważne, aby przewód bezpieczeństwa był na obydwu końcach zabezpieczony przed zerwaniem. Aby kondensator mógł się rozładować po wyciągnięciu modułu, równolegle do niego dołączono dwa rezystory 470kΩ. Bez nich, po wyciągnięciu modułu z gniazdka, na kołkach wtyczki pozostawałoby wysokie napięcie.



Filtr telefoniczny
Sprachfilter

Doskonała jakość sygnału mowy we współczesnych telefonach raczej nas cieszy, a nie martwi. Ale jeśli potrzeba klasycznego głosu „telefonicznego" do samodzielnie przygotowywanego słuchowiska radiowego, filmu wideo albo po prostu dla żartu, przedstawiony tutaj układ pomaga sztucznie pogorszyć jakość dźwięku.

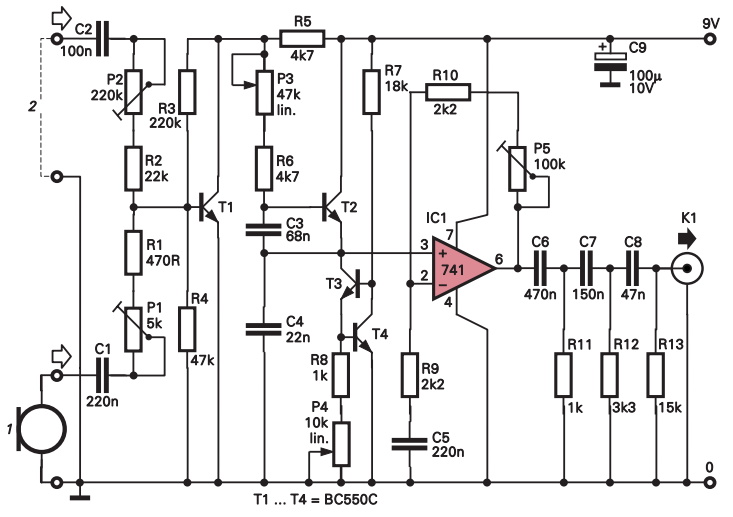
Filtr mowy akceptuje elektryczny lub akustyczny sygnał audio, ten ostatni poprzez mikrofon elektretowy. Obydwa wejścia, które powinny zostać wyposażone w ekranowany kabel, są połączone równolegle i sprzężone zmiennoprądowo poprzez C1 względnie C2. Sygnały są redukowane do odpowiedniego poziomu przez regulowane dzielniki napięcia (P1, R1, R4 i P2, R2, R4) tak, że nadchodzą z prawie jednakową siłą do bazy tranzystora T1. Następnie zsumowany sygnał jest wzmacnia-

ny w przedwzmacniaczu złożonym z T1, R3 i R4.

Za przedwzmacniaczem następuje filtr dolnoprzepustowy o stromych zboczach, zbudowany z T2...T4, C3, C4, R6...R8 i P4. Chociaż P3 służy właściwie tylko do regulacji głośności, jego ustawienie wpływa również na charakterystykę filtru. Chodzi tu zresztą o rzadko spotykany filtr sterowany prądowo z C3/C4 jako elementami ustalającymi częstotliwość, wykazujący podobieństwo do mostka Wiena.

T3, T4, R8 i P4 tworzą regulowane źródło prądowe (przy czym prąd wpływa do źródła). Ustawienie P4 określa stromość zbocza charakterystyki filtru i stopień przeregulowania przy częstotliwości granicznej.

Po filtrze dolnoprzepustowym następuje scalony wzmacniacz napięcia zmiennego (IC1), którego współczynnik wzmocnienia powinien być dostrojony, przez P5, do czułości układu dołączonego do wyjścia filtru mowy. Kończący układ pasywny filtr górnoprzepustowy trzeciego rzędu jest tak policzony, że usuwa częstotliwości poniżej 300Hz. Widmo wyjściowe układu wykazuje charakterystyczny przebieg w kształcie nosa, dokładnie jak typowa charakterystyka przenoszenia starej linii telefonicznej.



Od Red. EdW. Dołączenie do układu mikrofonu elektretowego wymaga dodania obwodu polaryzacji, który w najprostszym przypadku będzie się składał jedynie z rezystora (1...2,2kΩ), włączonego między plusem zasilania a plusową końcówką mikrofonu.

Bio-Feedback

Projekt: P. Lay

Ten prosty układ pozwala ci słyszeć bicie swojego serca, w czasie gdy na przykład, uprawiasz ćwiczenia. We wszelkich ćwiczeniach, gdy chciałbyś mieć świadomy wpływ na rytm pracy serca

Przetwornikiem stosowanym do wykrywania pulsu jest mikrofon elektretowy, na schemacie oznaczony X1. Użyty tu model ma dwie (spolaryzowane) końcówki. Jak większość mikrofonów tego rodzaju, działa przy udziale rezystora szeregowego R1. Spadek napięcia na tym rezystorze poprzez C1 jest doprowadzony do wzmacniacza operacyjnego IC1a. Jego wzmocnienie ustawia się potencjometrem P1 w zakresie pomiędzy 50x a 1000x.

Obwód R4 C3 w pętli sprzężenia zwrotnego jest filtrem dolnoprzepustowym o częstotliwości granicznej 34Hz. W tym zastosowaniu wyższe częstotliwości nie są potrzebne. Puls 180* uderzeń na minutę odpowiada częstotliwości 3Hz. Tak więc aby zapewnić szeroki zakres częstotliwości pulsu, częstotliwość graniczna została wybrana tuż ponad 11 krotnością częstotliwości najszybszego tętna.

**O ile nie jesteś młodym superwytrenowanym atletą najwyższej klasy, jeśli masz tętno 180, to powinieneś spotkać się ze swoim internistą. Jako wskazówkę ogólną należy przyjąć, że maksymalna częstotliwość tętna dla młodej, bardzo wytrenowanej osoby wynosi 180 uderzeń na minutę, dla osób w średnim wieku 160, a dla osób starszych 140. W trakcie ćwiczeń, tętno osoby nie bardzo wyćwiczonej nie powinno przekraczać 60% tych wartości maksymalnych.*

Wzmacniacz operacyjny IC1c w połączeniu ze wzmacniaczem przeciwsobnym T1 T2 tworzy wzmacniacz słuchawkowy, którego rezystancja wyjściowa jest równa wartości R9, czyli 47Ω. To powoduje, że układ może być stosowany z niemal każdym zestawem słuchawek. Jego wyjście jest odporne na zwarcia. W przypadku pewnych typów słuchawek, takich jak stosowane w zestawach Sony Walkman™, najlepiej połączyć dwie słuchawki szeregowo.

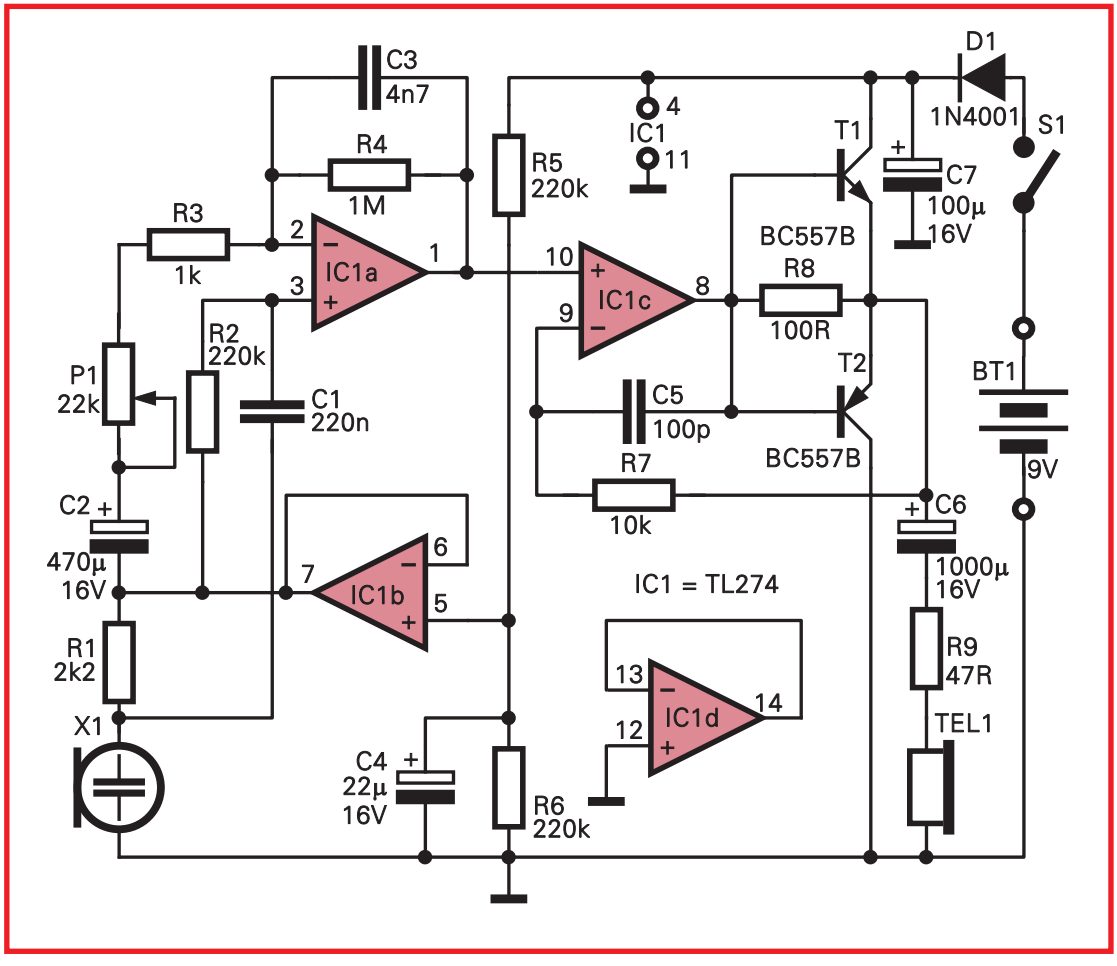
Wzmacniacz operacyjny IC1b służy jako aktywny dzielnik napięcia. Napięcie na rzeczywistym dzielniku R5 R6 jest połową napięcia zasilania. Jego napięcie jest buforowane przez IC1b, a następnie pobierane z niskorezystancyjnego wyjścia na wyprowadzeniu 7 wzmacniacza i wykorzystane jako napięcie odniesienia dla IC1a i napięcie robocze mikrofonu elektretowego. Napięcie to jest odsprzęgniete kondensatorem C4 dla oczyszczenia go z wszelkich ewentualnych sygnałów zakłócających.

Napięcie zasilania monitora częstotliwości tętna jest odsprzęgnięte kondensatorem C7 zaraz za diodą D1 zabezpieczającą przed odwrotną polaryzacją.

W wyniku zastosowania wzmacniaczy operacyjnych CMOS, pobór prądu nie przekracza 10mA, tak że zasilanie z baterii 9V jest całkowicie wystarczające. Sucha bateria alkalicznomanganowa zapewni czas pracy około 50 godzin.

Redakcja Elektora

Od Red. EdW. Jak sugeruje tytuł i tekst w niemieckiej wersji Elektora, przyrząd może służyć do eksperymentów związanych ze świadomą kontrolą stanu organizmu, w tym wypadku szybkości pracy serca. Możliwość ta z pewnością zainteresuje tych Czytelników, którzy upominali się o kontynuację artykułów dotyczących Psychomaszyny.



Blok wejściowy częstościomierza do 80MHz

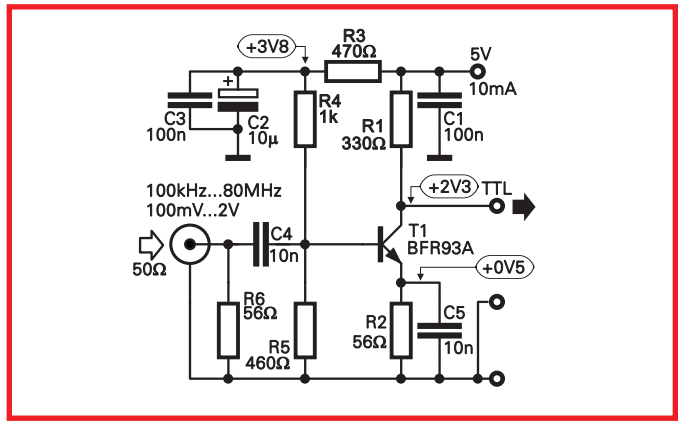
Sinus/TTL-Umsetzer bis 80MHz

Autor: Gregor Kleine

Przedstawiony tutaj układ służy do przetwarzania sinusoidalnych sygnałów wejściowych na poziomy wyjściowe TTL. Przy zastosowaniu podanego tranzystora przetwarza on sygnały o amplitudzie od około 100mV i nadaje się dla częstotliwości do około 80MHz.

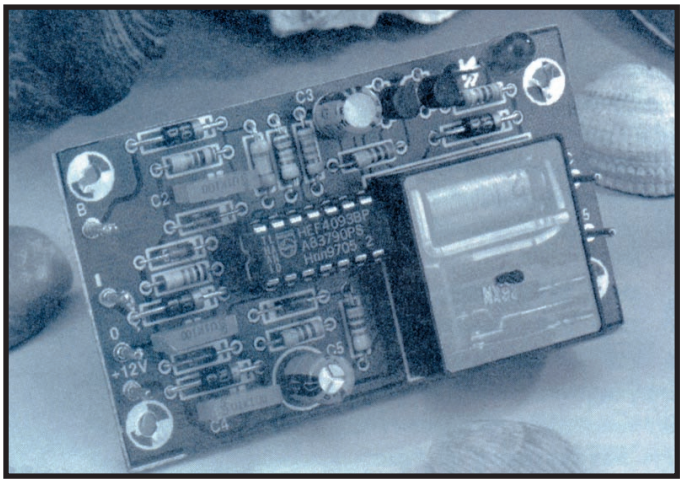
Pracujący w układzie wspólnego emitera tranzystor T1 jest spolaryzowany przez dzielnik napięcia w obwodzie bazy (R3, R4 i R5) tak, że na rezystancji wyjściowej R1 odkłada się prawie połowa napięcia zasilania. Przy wysterowaniu sygnałem, którego amplituda powinna leżeć pomiędzy 100mV i poziomem TTL (odpowiadającym około 2V wartości skutecznej), stopień daje sygnał prostokątny. Najmniejszą obrabianą częstotliwością jest 100kHz przy sygnale wejściowym 100mV i około 10kHz przy sygnałach TTL na wejściu.

R6 zapewnia oporność wejściową równą 50Ω. Ta ogólnie przyjęta w technice pomiarowej impedancja zapewnia, że efekty przewodzenia przez długie kable koncentryczne nie mają wpływu na kształt sygnału. Jeśli przetwornik zostanie zastosowany wewnątrz układu o ograniczonych wymiarach, można pominąć R6 i otrzymać wejście wysokoomowe o rezystancji około 300Ω.



Blokada zapłonu silnika

Startsperre

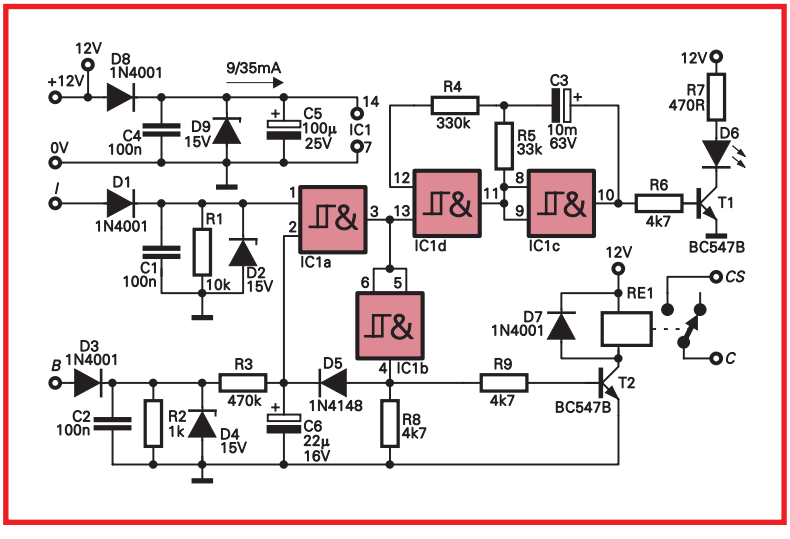


O ile efektywne zabezpieczenie przed kradzieżą jest w nowych autach regułą, to dla posiadaczy starszych samochodów pozostaje najczęściej niestety tylko (drogim) marzeniem. Wprawdzie w specjalistycznych sklepach są oferowane podzespoły do budowy blokady zapłonu, jednak dla doświadczonego złodzieja to łatwizna - szczególnie niedrogie systemy potrafi on rozbroić w kilka sekund.

Przedstawiona tu blokada rozruchu idzie inną drogą. Jest nie tylko kompaktowa, tania i łatwa w montażu, ale może doprowadzić do zwątpienia nawet specjalistę w zakresie łamania zabezpieczeń samochodowych. Otóż efekt jej zastosowania jest następujący: samochód wykonuje poprawnie wszystkie swoje funkcje, poza jedną - nie da się uruchomić! A zepsuty samochód szybko traci zainteresowanie złodzieja...

W blokadzie zrezygnowano z dodatkowych, uciążliwych dla montującego, przycisków, wskaźników, wyłączników i klawiatur - jej obecność pozostaje więc niewidoczna. Jedynym wymaganym czujnikiem jest pedał hamulca. Mianowicie, jeśli pedał hamulca nie jest naciskany przez co najmniej 5 sekund, a kluczyk zostanie przestawiony w pozycję „zapłon", cewka zapłonowa nie otrzymuje prądu - rozrusznik kręci się żwawo, a samochód nie zapala. Bez specjalnej wiedzy o działaniu pedału hamulca złodziej nic nie wskóra.

Zasada działania układu jest prosta. Po przekręceniu kluczyka w stacyjce do pozycji „zapłon", napięcie pokładowe zostaje doprowadzone do końcówki I. Jak długo pedał hamulca nie jest naciskany, potencjał w punkcie B pozostaje niewielki. Stan wyjścia bramki IC1a pozostaje niezmieniony - przekaźnik nie przyciąga. Po naciśnięciu hamulca kondensator C6 ładuje się poprzez R3 dopóki wyjście IC1a nie zmieni stanu na niski. Wtedy tranzystor T2 otrzymuje napięcie bazy poprzez inwerter IC1b, przewodzi i uaktywnia przekaźnik, który zamyka obwód cewki zapłonowej. Dioda D5 uniemożliwia wyłączenie się przekaźnika po zwolnieniu pedału hamulca. Pozostałe dwie bramki układu scalonego tworzą oscylator. Powoduje on miganie diody LED, gdy blokada jest aktywna. Zdecydujcie sami, czy diodę LED umieścić na desce rozdzielczej samochodu. Montaż układu i umieszczenie go w wodoszczelnej obudowie wewnątrz komory silnika nie powinny stanowić większego problemu.



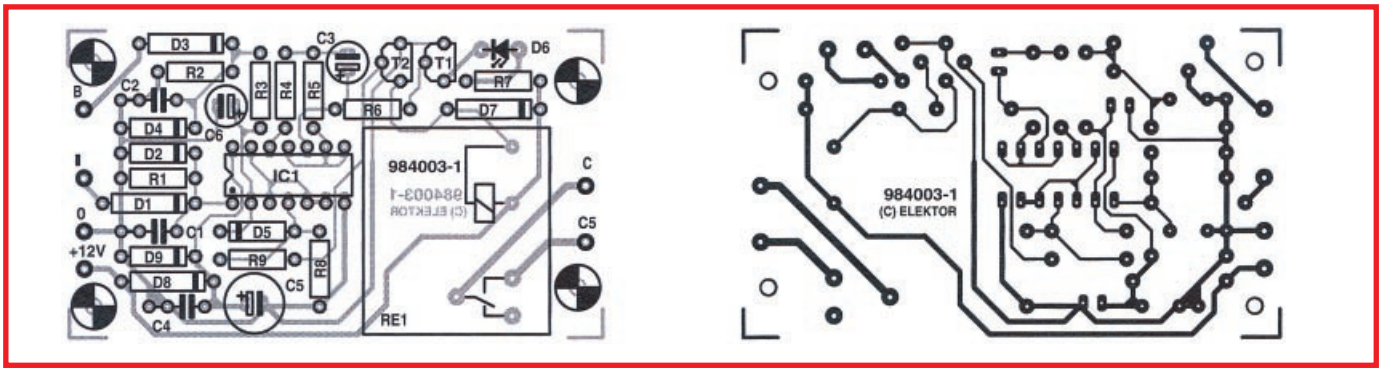
WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
- R1: 10kΩ
- R2: 1kΩ
- R3: 470kΩ
- R4: 330kΩ
- R5: 33k Ω
- R6, R8, R9: 4,7kΩ
- R7: 470Ω

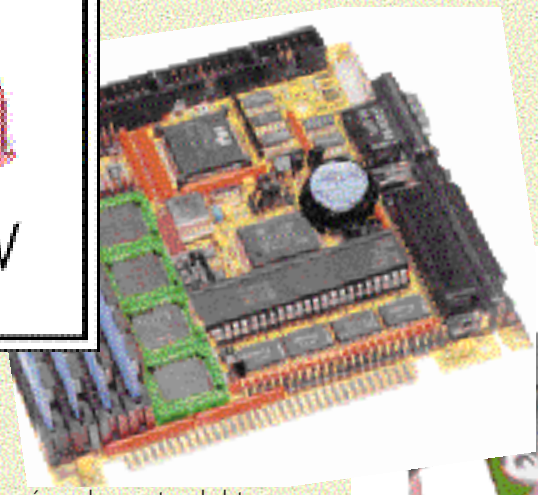
Kondensatory
- C1, C2, C4: 100nF
- C3: 10µF/63V
- C5: 100µF/25V
- C6: 22µF/16V

Półprzewodniki
- D1, D3, D7, D8: 1N4001
- D2, D4, D9: diody Zenera 15V/400mW
- D5: 1N4148
- D6: dioda LED
- T1, T2: BC547B
- IC1: 4093

Różne
- PC1...PC6: końcówki lutownicze
- RE1: przekaźnik 12V, np. V23057-A2-A101 (Siemens)



Szkoła KONSTRUKTORÓW



Rozwiązanie zadania powinno zawierać schemat elektryczny i zwięzły opis działania. Model i schematy montażowe nie są wymagane. Przysłanie działającego modelu lub jego fotografii zwiększa szansę na nagrodę.

Ponieważ rozwiązania nadsyłają czytelnicy o różnym stopniu zaawansowania, mile widziane jest podanie swego wieku.

Ewentualne listy do redakcji czy spostrzeżenia do erraty powinny być umieszczone na oddzielnych kartkach, również opatrzonych nazwiskiem i pełnym adresem.

Prace należy nadsyłać w terminie 45 dni od ukazania się numeru EdW (w przypadku prenumeratorów – od otrzymania pisma pocztą).

Zadanie 33

Temat następnego zadania zaczerpnąłem z e-maila, nadesłanego podczas wakacji przez **Grzegorza Waruszewskiego**. Oto treść listu:

Niestety zbliża się nieuchronnie początek nowego roku szkolnego. Robiąc porządki w pracowni (uczę fizyki) napotkałem na prosty przyrządzik wykonany przeze mnie dawno temu i doszedłem do wniosku, że mógłby być tematem Szkoły Konstruktorów. Niezależnie od cennych nagród fundowanych przez Redakcję można też przy okazji poprawić swoje notowania u nauczyciela fizyki, co jest rzeczą wartą zachodu, zwłaszcza że czasochłonne hobby, jakim jest elektronika, powoduje pewne zakłócenia w normalnym toku nauki. Wiem to z własnego doświadczenia.

Ale do rzeczy. W wielu pokazach wykorzystuje się miernik, najczęściej galwanometr uniwersalny, który ma zero pośrodku skali. Praktycznie wskazuje on jedynie kierunek przepływu prądu w obwodzie, zatem można go zastąpić wskaźnikiem zawierającym w najprostszym przypadku dwie diody świecące spełniające tę samą rolę. Nic bardziej banalnego na pierwszy rzut oka. Niezupełnie.

Na początek przedstawię, do jakich celów będzie wykorzystywany ten wskaźnik:

1. Demonstracja ładowania i rozładowania kondensatora - przy ładowaniu prąd płynie w jednym kierunku, przy rozładowaniu w przeciwnym.

2. Wskazywanie kierunku SEM powstającej w zwojnicy względem której porusza się magnes.

3. Określanie stanu równowagi układu mostkowego.

4. Szereg elektrochemiczny metali - ustalanie jaki metal jest dodatni, a jaki ujemny w najprostszym ogniwie.

Wiążą się z tym pewne wymagania odnośnie wskaźnika. Przede wszystkim jego czułość powinna wynosić co najmniej kilka miliwoltów przy dosyć dużym oporze wejściowym - rzędu 100 kiloomów. Jednocześnie układ ten będzie użytkowany przez uczniów. Mój kolega pesymista twierdzi, że aby urządzenie miało szansę przetrwać eksploatację w szkole, to powinno wytrzymywać trafienie pociskiem przeciwpancernym z dziesięciu metrów.

(...) Następną kwestią jest zasilanie. Nie możemy wykluczyć sytuacji, że urządzenie pozostanie przez wakacje wrzucone do szuflady z bateriami wewnątrz i w stanie włączonym. Dlaczego sugeruję zasilanie z baterii? Po prostu w zastosowaniach dydaktycznych należy unikać wszelkich przewodów nie należących do badanego obwodu, bo powodują dodatkowy bałagan i utrudniają zrozumienie istoty zjawiska. Po takich wakacjach baterie na pewno będą rozładowane, a zapewne też wyleje się z nich elektrolit. Nie można do tego dopuścić. Dlatego ja zwykle stosuję do zasilania baterie 9 V, które nie mają tendencji do pozbywania się elektrolitu z byle powodu, oraz nie stosuję wyłącznika zasilania. Zasilanie włączone jest mikroprzełącznikiem na określony czas (15 minut wystarczy praktycznie zawsze, a zresztą można nacisnąć przełącznik powtórnie), po tym czasie zasilanie odłącza się automatyczne. Dokładniej układ przechodzi do stanu, w którym pobór prądu jest mniejszy niż prąd samorozładowania baterii, ale wiadomo o co chodzi.

Jest to oczywiście prościutkie zadanie, ale ogólnie dziedzina elektronizacji pomocy naukowych, których jakość i poziom techniczny woła o pomstę do nieba wydaje mi się godna polecenia dla członków Szkoły Konstruktorów. Mam jeszcze parę pomysłów na ten temat, jeżeli Pan będzie zainteresowany, to chętnie je przedstawię.

Z poważaniem
Grzegorz Waruszewski

Oczywiście stale czekam na propozycje interesujących zadań do Szkoły Konstruktorów.

A oto oficjalny temat zadania 33:

Zaprojektować zasilany z baterii przyrząd pełniący w szkolnej pracowni fizyki rolę galwanometru.

Szczegółowe wskazówki podane są w cytowanym liście. Ja ze swej strony chciałbym dodać, że choć prawdziwy galwanometr w zasadzie pełni jednocześnie i rolę woltomierza i amperomierza, o tyle proponowany przyrząd z powodzeniem może mieć rezystancję wejściową

większą niż 100kΩ, więc należy przyjąć, że ma to być miliwoltomierz prądu stałego o czułości 1...5mV. Jednocześnie wejście musi być odporne na większe napięcia - nie tylko napięcia 12 czy 24V, ale również na napięcie sieci 220V. Z tym pociskiem przeciwpancernym to wcale nie jest wielka przesada. Stawiam więc dodatkowy warunek - wejście musi wytrzymać podłączenie do napięcia sieci przez minimum 1 minutę. Mam nadzieję, że nawet przy rezystancji wejściowej 100kΩ nietrudno będzie wam zapewnić odporność na napięcie sieci 220V, bo zastosujecie na wejściu odpowiedni rezystor i diody zabezpieczające.

Przypuszczam, że zastosujecie jakieś wzmacniacze operacyjne i od razu zwracam uwagę na ich wejściowe napięcie niezrównoważenia, które może być większe niż 5mV. Czy wasz przyrząd będzie miał próg przełączania diody zielonej i czerwonej (w najprostszym przypadku) na poziomie 0mV? Czy ten próg będzie stabilny, czy też będzie się „rozjeżdżał" przy zmianach temperatury i napięcia baterii zasilającej? Czy potrzebny będzie dodatkowy potencjometr służący do kalibracji zera przed każdym pomiarem? A może trzeba zastosować układ o dwóch progach? Wtedy działanie byłoby następujące:

- napięcia dodatnie powyżej np. +2mV, świeci dioda zielona
- napięcia z zakresu +2mV...-2mV, nie świeci żadna dioda
- napięcia ujemne poniżej -2mV, świeci dioda czerwona.

Jak przyrząd będzie reagował na indukowanie się w przewodach przebiegów zmiennych o częstotliwości sieci 50Hz? Czy nie trzeba odfiltrować takich śmieci, by układ reagował tylko na napięcia stałe?

W podstawowej wersji przyrząd będzie tylko wskaźnikiem wyposażonym w dwie diody LED. A może ktoś się pokusi o zbudowanie wskaźnika zawierającego linijkę świetlną (właściwie dwie takie linijki dla napięć dodatnich i ujemnych). Ale uwaga, jaki ma być zakres pomiaru? Nie spieszcie się ze stosowaniem linijki, bo sprawa wcale nie jest najprostsza - linijka powinna mieć charakterystykę logarytmiczną obejmującą przynajmniej dwie... trzy dekady.

Ponieważ uzyskanie takiej skali nie jest proste, zastanówcie się nad jeszcze inną możliwością - może uzależnić jasność świecenia wspomnianych wcześniej dwóch diod od wartości napięcia mierzonego? Ale i tu napotkacie trudności, bo trzeba będzie budować układ sterowania jasnością.

Dobrze przemyślcie postawione warunki i wskazówki. Nie spieszcie się z komplikowaniem układu. Nie ukrywam, że tym razem spodziewam się sporej liczby modeli. Zawsze wszystkie modele zwracamy Autorom - tym razem będziecie je mogli wykorzystać do polepszenia swej opinii w oczach nauczyciela fizyki. Ale z wykonaniem modeli też się za bardzo nie spieszcie - duże szanse na nagrody mają też projekty na papierze, zdaję sobie bowiem sprawę, że zwłaszcza w mniejszych miejscowościach nie zdołacie kupić odpowiedniego wzmacniacza operacyjnego. Dobrze przemyślany schemat na kartce, a do tego analiza ewentualnych błędów będą ocenione wyżej niż byle jaki, mało stabilny model. Istnieje spora szansa, że najlepszy projekt (z modelem albo bez) może trafić do działu Elektronika-2000.

Rozwiązanie zadania 29

Tematem zadania numer 29 było Zaprojektowanie systemu sterowania urządzeniami elektrycznymi, który mógłby być wykorzystany przez osobę częściowo sparaliżowaną.

Założeniem było, że osoba sparaliżowana może poruszać tylko głową i w bardzo niewielkim stopniu palcami rąk. System ma pozwalać na możliwie proste sterowanie różnymi urządzeniami: zasłonami lub roletami w oknach, radiem (załącz/wyłącz), ustawić pozycję łóżka (chodzi o sterowane elektrycznie łóżko dla ciężko chorych), itp.

Zadanie na pewno było trudniejsze niż zazwyczaj. Nie oczekiwałem działających modeli, tymczasem nadesłaliście aż cztery modele i oczywiście kilkadziesiąt prac teoretycznych. Przyznam się wam szczerze, iż po ogłoszeniu zadania trochę się obawiałem, czy aby nie okaże się ono zbyt trudne. Mile mnie zaskoczyliście, nadsyłając dużą ilość wartościowych rozwiązań. I co ciekawe, zdecydowana większość prac zawierała propozycje możliwe do zrealizowania w praktyce i użyteczne. Oczywiście poziom prac był różny - nie można wymagać od najmłodszego uczestnika (11 lat) podobnych wyników jak od 30-letniego zaawansowanego hobbysty. W każdym razie uznałem, że aż dwunastu uczestników powinno otrzymać nagrody i upominki.

Na początek kilka refleksji ogólnych.

Większość uczestników niewątpliwie starannie przeanalizowała zadanie i przedstawioną sytuację. Niektórzy zresztą przedstawili końcowe wnioski w swoich listach. Niestety, znaczna liczba uczestników od razu przystąpiła do projektowania konkretnego urządzenia elektronicznego, nie zastanawiając się, o co tak naprawdę chodzi w tym zadaniu. W efekcie „cała para poszła w gwizdek". Co mam na myśli?

Takie na przykład łóżko dla obłożnie chorego ma jakieś silniki i sterowanie będzie polegało na wciśnięciu i przytrzymaniu przez odpowiedni czas przycisku „Góra" lub „Dół". Tym samym w najprostszym przypadku, żeby nie wyważać otwartych drzwi, można jedynie zastosować jakiekolwiek dwa przyciski czy przełączniki uruchamiane przez chorego.

Jeśli tak, to na czym miało polegać zadanie w Szkole Konstruktorów?

Rzeczywiście, problem został zasygnalizowany tylko w zarysie. Kluczowym zadaniem (choćby na przykładzie łóżka) okaże się więc nie tyle przekazanie informacji (drogą bezprzewodową), tylko zaprojektowanie urządzenia, które przyjmowałoby te rozkazy od osoby, która przypominam może poruszać tylko głową i w bardzo niewielkim stopniu palcami rąk.

Jeśli ktoś nie zwrócił uwagi ta ten szczegół i zaproponował klawiaturę taką, jak w pilocie od telewizora, to po prostu nie trafił w sedno zagadnienia. Osoba o bardzo ograniczonych ruchach po prostu nie ma szans trafić na właściwy przycisk pilota. Zauważcie, że nawet osoby sprawne, tylko starsze wiekiem, często mają kłopoty z obsługą pilota, bo albo nie mogą dojrzeć na klawiaturze odpowiedniego znaczka czy cyferki, albo gdy go znajdą mają kłopoty z trafieniem nań palcem. A co dopiero osoba niepełnosprawna, prawie nie panująca nad ruchami rąk i palców.

Jak widać, głównym problemem do rozwiązania było skonstruowanie urządzenia, które byłoby obsługiwane przez osobę o bardzo ograniczonej precyzji ruchów.

Natomiast jeśli chodzi o sprawę przesyłania informacji do urządzeń wykonawczych, był to problem marginalny. Z przyjemnością odnotowuję, że kilku kolegów napisało mniej więcej tak: jeśli sytuacja dotyczy chorego leżącego w łóżku, we własnym domu, to nie ma potrzeby bawić się w skomplikowane systemy sterowania z wykorzystaniem podczerwieni czy radia - wystarczy zastosować sterowanie przewodowe.

Spostrzeżenie jakże proste, a tak ważne! W samej rzeczy - po co komplikować układ, jeśli można zastosować rozwiązanie najprostsze, a przy tym skuteczne i niezawodne. Tu jeszcze raz muszę przypomnieć „maść na szczury", znakomicie tępiącą szczury, ale dopiero... po ich złapaniu.

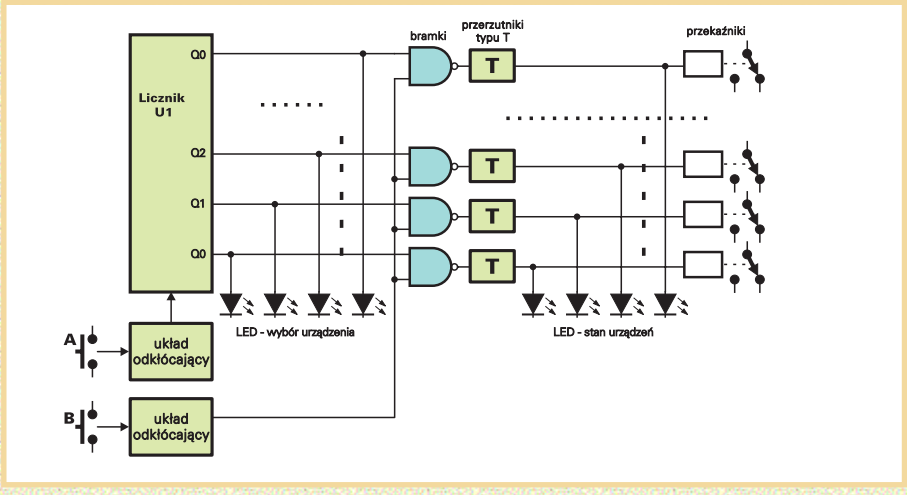
W tym miejscu wszyscy, którzy zastanawiali się nad tym zadaniem powinni sobie odpowiedzieć na pytanie: czy naprawdę konieczne jest zastosowanie sterowania bezprzewodowego? A może przewodowe wystarczy?

Trzeba jednak przyznać, że nie zawsze sterowanie bezprzewodowe nie ma racji bytu. Kilku kolegów proponuje wykorzystać tor radiowy do przesłania sygnału alarmu (nagłego wezwania pomocy) do sąsiedniego budynku, na przykład do sąsiadów. Tu jak najbardziej prosty tor radiowy może się okazać rozwiązaniem lepszym niż długi kabel.

Niektórzy koledzy rozważali także sytuację, gdy osoba niepełnosprawna porusza się na wózku. Ale i w tym przypadku zastosowanie podczerwieni stoi pod znakiem zapytania ze względu na kierunkowość nadajnika i odbiornika.

Na przynajmniej odrobinę uwagi zasługują natomiast propozycje sterowania głosem. Kilku kolegów rozważyło także i tę możliwość. Wszyscy stwierdzili, że zadanie jest trudne, bo z mieszanki dźwięków trzeba wyłowić rozkazy i je niezawodnie zdekodować. Jednak trop jest dobry. Może sterowanie poprzez wypowiadanie odpowiednich haseł jest zbyt trudne do realizacji w domowych warunkach (zwłaszcza, że osoba niepełnosprawna może mieć trudności z mówieniem). Jednak pomysł wykorzystania w obrębie mieszkania łącza dźwiękowego zamiast podczerwieni czy fal radiowych ma sens, oczywiście o ile konieczne byłoby łącze bezprzewodowe.

A teraz przedstawię ciekawsze propozycje.



Rys. 1 Zasada pracy układu

Na początek fragmenty listu **Sebastiana Mankiewicza** z Poznania:

Szanowna Redakcjo!

Mam 21 lat i jestem osobą od urodzenia poruszającą się na wózku. W tym roku ukończyłem 3-letnie technikum elektroniczne na podbudowie zasadniczej szkoły zawodowej. Między innymi z tych powodów zaciekawił mnie temat zadania 29 ze Szkoły Konstruktorów, tym bardziej, że spotkałem osoby poszkodowane tak jak ta z zadania 29 (ja na szczęście mam zdrowe ręce i głowę). Będąc na jednym z turnusów rehabilitacyjnych widziałem niepełnosprawnego chłopaka ze Szwecji, który poruszał jedynie głową i nie mógł mówić, a mimo to kierował swym elektrycznym wózkiem za pomocą joysticka, który poruszał brodą (na marginesie - wyglądało to jakby brodą zmieniał biegi). Oprócz tego posiadał on specjalną opaskę na głowę z przymocowaną czujką na czole, którą pokazywał wyrazy na specjalnej tablicy i w ten sposób porozumiewał się z otoczeniem. W chwili czytania tematu zadania 29 to właśnie ten obraz chłopaka nasunął mi główne pomysły na budowę urządzenia.

Najpierw należy wybrać rodzaj sterowania. Można to zrealizować na wiele sposobów.

- Głosem. Niestety układ musiałby być rozbudowany i wytłumiać niepożądane hałasy otoczenia. Wadą jest też fakt, że głos może się zmieniać np. wskutek choroby. Układ byłby bezużyteczny w przypadku niemowy.

- Przy pomocy fotoelementów. Przez przysłonięcie ręką lub palcem odpowiedniego fotoelementu uruchamiałoby się odpowiednie urządzenie. Niestety, może zostać uruchomione przypadkowo.

- Przy pomocy kontaktronów i magnesu przymocowanego do jednego z palców ręki chorego (coś w rodzaju sygnetu).

Ostatnie dwa sposoby odpadają w przypadku niesprawnych rąk. Jest jeszcze jeden sposób, który wydaje mi się najlepszym rozwiązaniem, a mianowicie wykorzystanie klawiszy od komputera, bo są niezawodne, a do uruchomienia wystarcza niewielka siła. Taki duży, „lekki" klawisz może być naciskany palcem lub nawet czołem niepełnosprawnego. Na tym rozwiązaniu oparłem swój projekt. (...)

Rzeczywiście, zastosowanie dużych klawiszy o małej sile nacisku wydaje się dobrym, a może nawet najlepszym rozwiązaniem. Inny problem, to liczba tych klawiszy. Oczywiście nie może to być cała klawiatura. Nawet gdyby klawisze były duże, trzeba się liczyć z małą lub bardzo małą precyzją ruchów osoby obsługującej, i z tego względu liczba klawiszy większa od trzech raczej nie wchodzi w grę.

Spora grupa osób proponuje wykorzystanie prostego joysticka w roli elementu przekazującego sygnały. Odpowiednio długie ramię takiego (gotowego lub specjalnie wykonanego) joysticka z neutralnym położeniem środkowym mogłoby być poruszane niekoniecznie ręką, ale na przykład głową (czołem). Także i tu liczba sygnałów (przycisków) jest ograniczona: co najwyżej do czterech (góra, dół, prawo, lewo) albo nawet tylko dwóch (np. prawo lewo). Pomysłodawcy słusznie podkreślali, że ma to być prosty joystick cyfrowy z przyciskami, a nie nowocześniejszy analogowy.

Duże klawisze (np. po jednym pod każdą ręką) i joystick to dwa główne sposoby sterowania, które proponowała duża część uczestników.

Inny interesujący sposób zaproponował **Jacek Konieczny** z Poznania, który w dwóch obszernych listach przedstawił koncepcję „obrotowej poduszki". Ze strony mechanicznej byłoby to jednak mocno skomplikowane, bo ruchy głowy w prawo i w lewo miałyby powodować obrót potencjometru. Koncepcja Jacka jest bardzo ciekawa, ale zarówno ze strony mechanicznej, jak elektronicznej, system jest skomplikowany. Znacznie prościej byłoby zastosować jakieś styki uruchamiane odchyleniem głowy w prawo lub w lewo. I znów występuje tu ograniczenie liczby przycisków do dwóch.

Inny sposób zaproponował jeden z młodszych stałych uczestników Szkoły **Maciej Gadzała** z Targowisk. Jego układ sterowania z wykorzystaniem joysticka nie jest żadną rewelacją, jednak dodatkowo wykonał on czujnik położenia głowy. Jest to zamknięty kawałek rurki z dwoma elektrodami. Przy przechyleniu głowy woda wypełniająca część rurki zewrze jedną z elektrod do elektrody wspólnej. Gdy głowa jest w pozycji neutralnej, żadna z elektrod nie jest zwarta. Właśnie głównie za ten pomysł czujnika przechyłu Maciej otrzyma najcenniejszą nagrodę w postaci zestawu podzespołów oraz cennej książki (częściowo jest to także nagroda za wytrwały udział w Szkole).

Dalszych sześciu kolegów, którzy zaproponowali własne wersje systemu sterowania za pomocą dwóch przycisków (lub joysticka) otrzyma nagrody w postaci dobrych książek. Oto ci koledzy: **Henryk Bukowiec** z Laskowej, **Bogdan Taranta** z Wrocławia, **Arkadiusz Antoniak** z Krasnegostawu, **Kosma Moczek** z Popowa, **Sebastian Mankiewicz** z Poznania i **Arkadiusz Kubaś** z Dopiewca. Podobną prawidłową ideę podał **Rafał Kuchta** ze Skrzyszowa, jednak pogubił się trochę przy rysowaniu schematu i nie mogę mu przyznać nagrody.

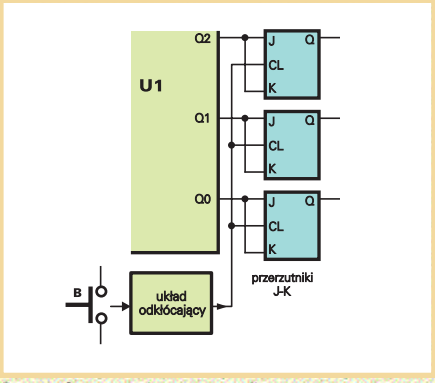
Zanim omówię proponowaną przez nich ideę, zacytuję fragment listu **Arkadiusza Kubasia**: *Mam 18 lat. Elektroniką pasjonuję się od około 3 lat. Szczególnie pociąga mnie technika cyfrowa, choć „analogówką" też wcale nie gardzę*

Do Szkoły Konstruktorów piszę po raz pierwszy, choć nie pierwszy raz podjąłem się trudu rozwiązania postawionego zadania. Nie pisałem wcześniej, gdyż sądziłem, że moje projekty są nie ma poziomie. Jednak po porównaniu moich rozwiązań z pomysłami innych czytelników doszedłem do wniosku, że warto zaryzykować. Tak oto powstało urządzenie dla osoby sparaliżowanej, przybitej do łóżka, mogącej w niewielkim stopniu poruszać dłonią. (...)

Cieszę się, że ten pierwszy nadesłany projekt Arka zasłużył na nagrodę. Jestem przekonany, że wśród dziesiątków tysięcy Czytelników naszego pisma takich nieśmiałych konstruktorów jest nadal bardzo dużo. Niniejszym chciałem jeszcze raz zachęcić wszystkich nieśmiałych, by wzięli udział w Szkole. To naprawdę niczym nie grozi, nawet gdyby okazało się, że pomysły kolegów były lepsze.

A teraz wracajmy do naszych układów. Sześciu wymienionych kolegów przedstawiło projekty pracujące na tej samej, bardzo prostej i słusznej zasadzie. Każdy zastosował rozwiązanie różniące się szczegółami i nie mam wątpliwości, że wszyscy powinni otrzymać nagrody. Generalnie potrzebne są dwa przyciski: jeden do wybrania danego urządzenia spośród innych, drugi do zmiany stanu tego wybranego urządzenia. Ogólny schemat blokowy urządzenia pracującego na tej zasadzie jest pokazany na rysunku 1. Przycisk A pozwala zwiększać stan licznika U1 i niejako adresować kolejno urządzenia. Jest to licznik z dekoderem, choćby 4017 albo połączenie „zwykłego" licznika (np. 4518) i dekodera (np. 4028, 4051). W każdym razie w danej chwili wybrany czyli zaadresowany jest tylko jeden przerzutnik (typu T) i jedno urządzenie - dioda LED informuje, które. Każde naciśnięcie przycisku B zmienia stan tego wybranego przerzutnika (załącz/wyłącz). Drugi zespół diod LED może pokazywać na bieżąco stan danego urządzenia. Jedno z urządzeń może być sygnalizatorem alarmowym (np. pod adresem nr 9).

Nie będę podawał szczegółowych rozwiązań i schematów, bowiem wszyscy wymienieni koledzy niepotrzebnie zastosowali bramki między licznikiem a przerzutnikami. Błędu tego nie popełnił tylko inny kolega (ale o tym za chwilę) - tymczasem wystarczyło zastosować licznik 4017 i przerzutniki JK 4027, jak pokazuje rysunek 2.



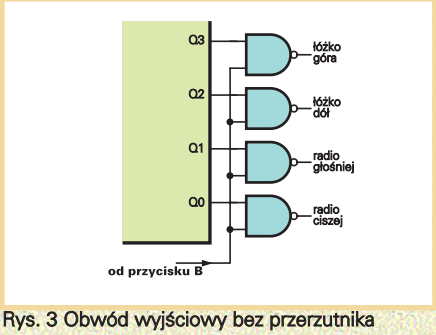
Rys. 2 Sterowanie przerzutników

W każdym razie układy pracujące na zasadzie z rysunku 1 wydają mi się bardzo trafnym rozwiązaniem zadania 29. Do sterowania wystarczą tylko dwa przyciski (lub inne sensory). Lampki mogą podświetlać nazwę urządzenia, które jest aktualnie wybrane Stan poszczególnych urządzeń może być sygnalizowany przez dodatkowe diody LED, choć w większości przypadków nie jest to potrzebne, bo przecież słychać, czy radio gra, czy nie i czy zasłony są odsłonięte.

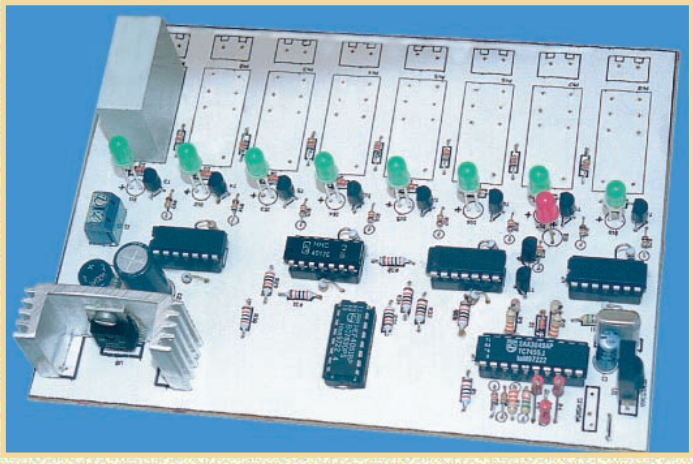
Ty należy nadmienić, że część urządzeń nie wymaga przerzutników, tylko bramek. Na przykład do podnoszenia i opuszczania łóżka nie będzie wykorzystany układ typu załącz/wyłącz, tylko prostszy układ dający na wyjściu sygnał tylko podczas naciskania przycisku B - modyfikację taką można zobaczyć na rysunku 3. Wyjście tego typu będzie potrzebne nie tylko do sterowania łóżka, ale także do ewentualnej zmiany głośności radia, telewizora, czy płynnego sterowania zasłonami w oknach.

W proponowanych układach zabrakło mi jednak obwodów zabezpieczenia przed przypadkowym naciśnięciem przycisków, na przykład podczas snu. Ale nie tylko o to chodzi. Nie można też wykluczyć, że ruchy osoby niepełnosprawnej będą nieskoordynowane i czasem przyciski będą uruchamiane w sposób niezgodny z wolą obsługującego. Czy w związku z tym obwody przeciwzakłóceniowe powinny ignorowac przypadkowe, krótsze naciśnięcia przycisków, a przepuszczać tylko impulsy o czasie trwania większym niż powiedzmy półtorej sekundy?

Może też warto pomyśleć o jakimś kodzie, a właściwie sekwencji wstępnej, która powodowałaby odblokowanie dalszej części układu. Na przykład jedno długie i dwa krótkie naciśnięcia przycisku A, oddzielone przerwami o określonej długości, nie byłyby zliczane przez licznik, tylko byłyby swego rodzaju kluczem do systemu. Nie trzeba chyba się obawiać, że osoba obsługująca nie poradzi sobie z takim kluczem kodowym - przecież chodzi o osobę niesprawną fizycznie, ale sprawną umysłowo. Oczywiście klucz byłby potrzebny tylko wtedy, gdyby mimowolne przypadkowe naciśnięcie przycisku mogło stanowić zagrożenie dla osoby niepełnosprawnej (np. otwarcie okna na całą zimową noc).



Rys. 3 Obwód wyjściowy bez przerzutnika


Fot. 1 Model Mariusza Nowaka

W tym miejscu chciałbym poinformować, że upominki otrzymają także **Adam Czech** z Pszowa oraz **Jarosław Tarnawa z Godziszki**. Jarek za interesującą analizę problemu oraz propozycję sterowania głosem, a Adam za oryginalny, choć niezbyt praktyczny sposób sterowania sekwencyjnego ze stale pracującym generatorem. Znacznie lepszy system ze stale pracującym generatorem, obsługiwany tylko jednym przyciskiem zaproponował **Rafał Wróbel** ze Sławna. Pracuje on podobnie jak układ z rysunku 1, z tym, że nie ma przycisku A, natomiast zmiany stanu licznika U1 następują co minutę, pod wpływem dodatkowego generatora. W ten sposób każde z dziesięciu urządzeń jest dostępne w najgorszym przypadku co dziesięć minut (czas ten można skrócić zwiększając częstotliwość generatora). Obsługa polega na naciskaniu tylko jednego przycisku, który włącza/wyłącza dane urządzenie lub powoduje podnoszenie/opuszczanie łóżka. Bardzo dobrym pomysłem Rafała jest blokowane generatora taktującego na pewien czas po naciśnięciu przycisku. Daje to dłuższy czas na obsługę danego urządzenia, na przykład na powolne podniesienie lub opuszczenie łóżka. Właśnie ze względu na te szczegóły zdecydowałem się przyznać Rafałowi nagrodę.

Tyle o najlepszych projektach.

Jak wynika z tych rozważań, pewne szczegóły będą zależne od stanu osoby niepełnosprawnej. Wszystkiego nie da się przewidzieć z góry. W każdym razie budowa układu według rysunku 1, dostosowanego do takich konkretnych potrzeb, nie powinna stanowić większego problemu.

A teraz pora na omówienie nadesłanych modeli. Spośród otrzymanych czterech jeden trafi albo do działu Elektronika-2000 albo do Forum Czytelników. Dlatego go nie prezentuję. Jego Autorami są **Tomasz Sapletta** i **Daniel Polaszek** z Donimierza. Układ zbudowany jest na zasadzie pokazanej na rysunku 1, przy czym jest to jedyny układ, w którym zastosowano oszczędny sposób sterowania przerzutników według rysunku 2. Duże brawa dla jego autora i wykonawcy!

Pozostałe trzy modele pokazane są na fotografiach. Fotografia 1 przedstawia model nadesłany przez **Mariusza Nowaka** z Gacek. Jest to odbiornik promieniowania podczerwonego z wyjściami przekaźnikowymi.

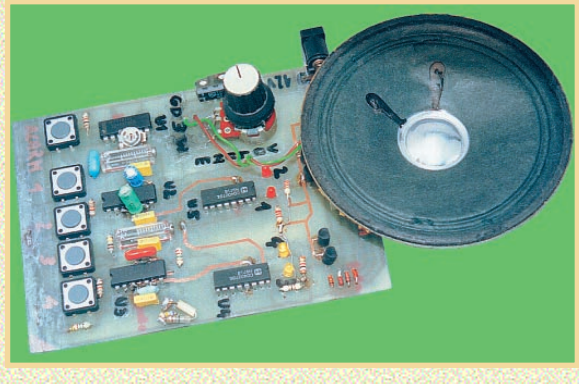
Fotografia 2 pokazuje model **Jarosława Chudoby** z Gorzowa Wlkp. Jest to prosty system sterowania z kilkoma przyciskami. Fotografia 3 przedstawia model **Macieja Gadzały**. Jak wspomniałem wcześniej, Maciek otrzymuje nagrodę za pomysł czujnika położenia. Autorzy dwóch pozostałych modeli też otrzymają nagrody, bardziej jednak za wkład pracy niż za pomysł. Układ Mariusza, choć nie do końca spełnia warunki zadania, jest jednak interesujący i z pewnością znajdzie wiele zastosowań.

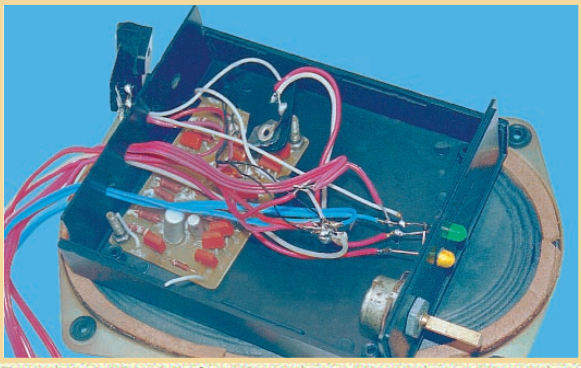
Chciałbym jeszcze wymienić nazwiska kolegów, którzy rozminęli się trochę z głównym tematem, ale w ich pracach znalazłem interesujące rozwiązania. Niech to będzie drobna forma wyróżnienia. Są to: **Dariusz Knull** z Zabrza, **Dariusz Minior** z Podskala, **Marcin Wiązania** z Gacek, **Piotr Łapiński** z Jaciążka i **Paweł Jakubiuk** z Łukowa.

Błędy

Rysunki 4 i 5 przedstawiają przykłady błędów, znalezionych w nadesłanych pracach. W obwodzie wejściowym z rysunku 4 (sterowanie dotykowe) po pierwsze brakuje rezystora między masą a wejściem CL. Ale to nie rozwiąże problemu, bo nadal brak bramki Schmitta, która wyostrzy zbocza impulsu. Brak też obwodów, które odfiltrują „śmieci" w postaci zakłóceń - przebiegów zmiennych, zwłaszcza o częstotliwości sieci 50Hz, indukowanych w ciele człowieka i podawanych na układ przy

Fot. 2 Układ Jarosława Chudoby





Fot. 3 Model Macieja Gadzały

dotknięciu tylko „gorącej" połówki czujnika dotykowego. Jest to ewidentny błąd - wielokrotnie już przypominałem, że na wszelkie wejścia zegarowe muszą być podawane „czyste" impulsy o stromych zboczach.

Rysunek 5 pokazuje znacznie drobniejszą wpadkę. Jak wiadomo, diody włącza się równolegle do cewki przekaźnika, by stłumić impuls indukujący się w chwili zatykania tranzystora (rozłączania styku). Impuls ten można stłumić również przez dołączenie „elektrolita" równolegle do cewki. Naprawdę nie ma powodu, by na raz stosować oba te sposoby.

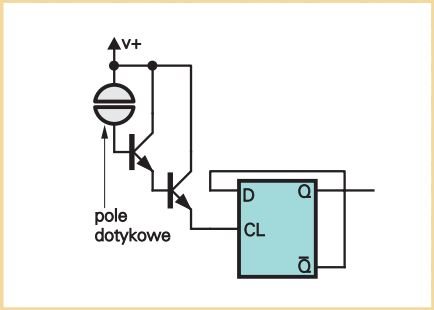
Warto też pamiętać, że włączenie dużego „elektrolita" zmieni czasy przyciągania i zwalniania przekaźnika, co w pewnych zastosowaniach nie jest pożądane.

Rysunek 6 pokazuje sposób włączenia diody LED, który przez wielu zostanie potraktowany jako błąd. W istocie, diody LED włącza się w obwód w towarzystwie szeregowych rezystorów ograniczających. Ale są dwa wyjątki:

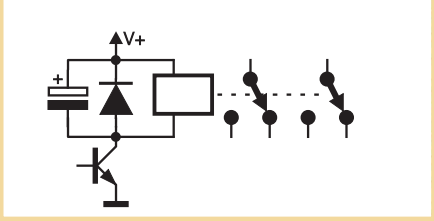
- istnieją diody, które maja wbudowany rezystor ograniczający
- diody migające mają wbudowany układ sterujący.

Jeśli dioda z rysunku 6 będzie diodą migającą, układ jest prawidłowy, należałoby tylko sprawdzić, jaki jest prąd pracy tej diody przy danym napięciu, i czy to nie obciąży nadmiernie wyjścia bramki.

Rys. 4 Błędny obwód wejściowy



Rys. 5 Zdublowane zabezpieczenia

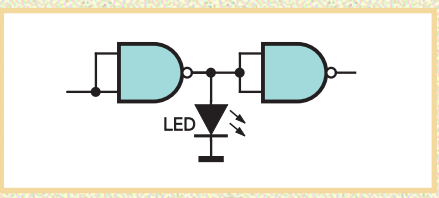


Uwagi końcowe

Ogólnie biorąc, jestem zadowolony z poziomu prac. Choć część uczestników nie trafiła w sedno sprawy, większość nadesłanych rozwiązań zawierała układy poprawne pod względem elektronicznym. Oczywiście w niektórych były niedoróbki widoczne już na pierwszy rzut oka. W innych drobne błędy ujawniłyby się po wykonaniu pierwszego modelu. Nie należy się tym jednak specjalnie przejmować. Nie myli się tylko ten, kto nic nie robi. Tak samo, tylko ten, kto ogranicza się do rysowania schematów, niczego nie popsuje. Błędów, wpadek i zepsutych podzespołów nie trzeba się wcale wstydzić. Życie pokazuje, że proces konstruowania urządzenia elektronicznego naprawdę przydatnego w praktyce jest kilkustopniowy. Pierwszy wykonany model „w praniu" wykazuje zazwyczaj sporo usterek i trzeba je usunąć, co zwykle wiąże się z przeróbką płytki i budową nowego modelu. Do sukcesu dochodzi się metodą kolejnych przybliżeń. Tak jest, i dlatego nie trzeba się zrażać, tylko eksperymentować do skutku. Doświadczenie czyni mistrza.

A swoją drogą, temat naprawdę był bardzo poważny i trudny. W jednym z czasopism (New World July/98) znalazłem bardzo interesujący artykuł opisujący inteligentny domek przeznaczony dla osoby niepełnosprawnej. Zaawansowana elektronika ułatwia tam życie w wielu dziedzinach. Spośród wszystkich wspomnianych tam sposobów ułatwienia życia osobie niepełnosprawnej, wybrałem jeden. W naszym zadaniu zastanawialiśmy się, jak urządzeniami domowymi może sterować osoba częściowo sparaliżowana. Fotografia pokazuje rozwiązanie nieporównanie trudniejszego zadania: jak może skontaktować się ze światem osoba całkowicie sparaliżowana (np. zaawansowane stadium straszliwej choroby znanej jako stwardnienia rozsiane - sclerosis multiplex), która nie może świadomie poruszyć niczym, jedynie gałkami oczu. Fotografia 4 pokazuje system opracowany przez firmę Siemens, który zawiera małą kamerę obserwującą właśnie oko chorego. Kamera współpracuje z komputerem. Na ekranie wyświetlony jest w postaci swego rodzaju klawiatury cały alfabet i niezbędne znaki specjalne. Jak ciężko chory „naciska" te klawisze? Przecież nie może nic zrobić, jedynie popatrzyć na te litery. Czyżby patrzył na ekran tak „ciężkim wzrokiem", że „naciśnie" ekranowe klawisze? Wyobraźcie sobie, że tak!

Wspomniana kamera precyzyjnie określa położenie gałki ocznej i program na podstawie obrazu kamery oblicza, na którą literę patrzy piszący! Pisanie tekstu polega na tym, że chory przez dłuższą chwilę wpatruje się w daną literę na ekranie. Po chwili ta litera zostaje wstawiona do pisanego tekstu. Wtedy piszący kieruje wzrok na następną literę - po chwili i ona zostaje dopisana do powstającego tekstu. Nie trzeba dodawać, że napisanie nawet krótkiego zdania jest czasochłonnym i męczącym zajęciem. Ale przecież jest to już jedyna możliwość wyrażenia swoich myśli przez tak ciężko chorego.



Rys. 6 Włączenie diody LED

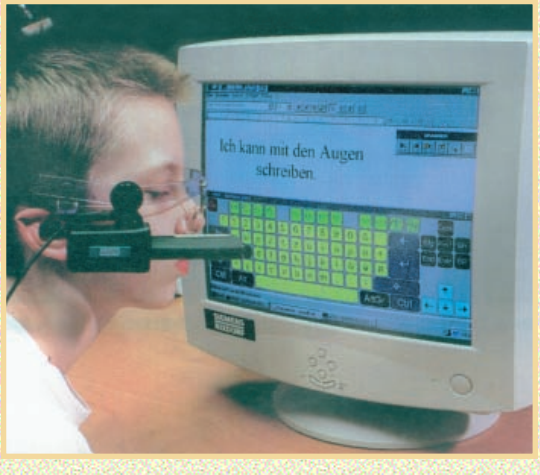
Wyobraźcie sobie, jakie zadanie musi wykonać program, by na podstawie obrazu kamery ustalić, na którą literkę patrzy chory.

Przykład ten pokazuje, jak skomplikowane i precyzyjne muszą być niektóre urządzenia wspomagające niepełnosprawnych i chorych. Niech stanowi też zachętę dla tych wszystkich naszych Czytelników, którzy chcieliby pomóc swym cierpiącym bliskim, konstruując jakieś przydatne im urządzenia elektroniczne. Niewątpliwie zagadnienie jest bardzo szerokie i nie sposób przewidzieć wszystkiego, co byłoby przydatne. Urządzenia tego typu zwykle powstają na indywidualne zamówienie i tylko w jednym egzemplarzu. Jeśliby nasi Czytelnicy chcieli zająć się tym tematem, powinni wymieniać doświadczenia z innymi, którzy także się tym interesują. Redakcja Elektroniki dla Wszystkich chętnie przyczyni się do skontaktowania się wszystkich zainteresowanych - jeśli ktoś chce nawiązać kontakt z elektronikami o podobnych zainteresowaniach, prosimy przysyłać zgłoszenie, podając swój adres (numer telefonu). Na listach umieśćcie dopisek „NIEPEŁNO-SPRAWNI". Jeśli będzie więcej takich zgłoszeń, w jednym z następnych numerów EdW zamieścimy listę osób chętnych do wymiany doświadczeń w zakresie potrzeb oraz konstruowania sprzętu dla niepełnosprawnych. Jeśli zgłoszeń będzie niewiele, listownie przekażemy każdemu namiary na pozostałych chętnych.

Tyle odnośnie zadania 29. Jak zwykle pozdrawiam wszystkich uczestników i sympatyków Szkoły. Zachęcam do udziału w kolejnych zadaniach oraz przysyłania propozycji zadań.

Wasz Instruktor
Piotr Górecki

Fot. 4 System firmy Siemens umożliwiający pisanie wzrokiem



Pierwsze kroki w cyfrówce

W ostatnim odcinku zaczęliśmy szczegółowo omawiać popularniejsze liczniki rodziny CMOS4XXX. Poznałeś uniwersalne liczniki 4029, 4510, 4516 oraz dzielniki 40102 i 40103. Obiecałem, że w tym numerze przedstawię ci kilka kolejnych interesujących liczników. Zaczniemy od kostek 4522 i 4526.

Ale najpierw przypomnienia: korzystając z różnych źródeł, napotkasz bałagan w oznaczeniach i różnice w stosowanych skrótach i symbolach. Nie bój się tego - mam zresztą nadzieję, że do tej pory już się do tego zamieszania przyzwyczaiłeś. Oczywiście zamieszczone poniżej informacje nie wyczerpują wszystkich szczegółów, dlatego podczas czytania tego artykułu powinieneś, a nawet wręcz musisz mieć przed oczami skrócony katalog układów logicznych CMOS serii 4000, zamieszczony na środkowych stronach w EdW 11/97...3/98. Skróty i oznaczenia używane w moim artykule niekiedy różnią się od użytych w tym katalogu. Jest to mój świadomy wybór. Dla uniknięcia dwuznaczności w każdym uzasadnionym przypadku podaję ci numer danego wyprowadzenia (nóżki).

Drugie przypomnienie: jeśli w opisie napotkasz sformułowanie typu: „licznik zostanie wyzerowany po podaniu stanu wysokiego na wejście zerujące" to znaczy, że podczas zliczania wejście to musi pozostawać w stanie niskim, bo inaczej licznik pozostawałby cały czas wyzerowany. Gdybyś pomimo moich wyjaśnień i przeanalizowania skróconego katalogu z EdW miał nadal jakieś wątpliwości co do działania poszczególnych układów, masz do wyboru dwie drogi: albo zmontować układ pracy w podstawce i sprawdzić działanie w praktyce, albo zajrzeć do pełnego firmowego katalogu i próbować przeanalizować funkcje kostki na podstawie schematu wewnętrznego. Nie jest to łatwe, ale masz wszystkie wiadomości, które są do tego potrzebne. Jestem jednak pewny, że podane wskazówki wystarczą ci do ogromnej większości zastosowań oraz uwolnią cię od niepotrzebnego strachu przed nieznanymi dotychczas licznikami.

4522, 4526

Jeśli zapoznałeś się wcześniej z kostkami 4029 oraz 40102(3), zrozumienie funkcji liczników 4522 i 4526 nie sprawi ci żadnych trudności. Przede wszystkim są to synchroniczne liczniki programowane, liczące w dół, tak jak 40102(3). Analogicznie jak 4029 mają cztery wejścia programujące i cztery wyjścia licznika. Kostka 4522 jest licznikiem BCD (dziesiętnym), a 4526 - czterobitowym dwójkowym. Układ wyprowadzeń podany jest w EdW 2/98 str. 48 i 49. Generalnie kostki te przeznaczone są do budowy dowolnej długości dzielników częstotliwości, bo można je bez trudu łączyć kaskadowo, uzyskując dowolnie duży stopień podziału.

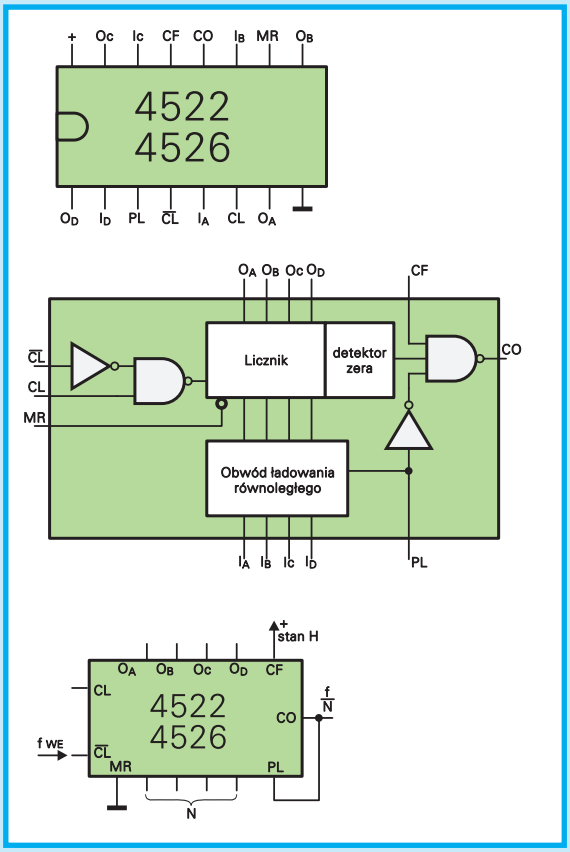
Wejście MR (nóżka 10) umożliwia asynchroniczne zerowanie (stan H - zerowanie). Stan wysoki na wejściu PE (nóżka 3) wpisuje dane z wejść programujących P0...P3 (w EdW 2/98 wejścia te oznaczone są DP1...DP4). Wejście MR ma najwyższy priorytet, to znaczy, jednoczesne podanie stanu wysokiego na wejścia MR i PE spowoduje wyzerowanie licznika, a nie wpisanie danych z wejść programujących.

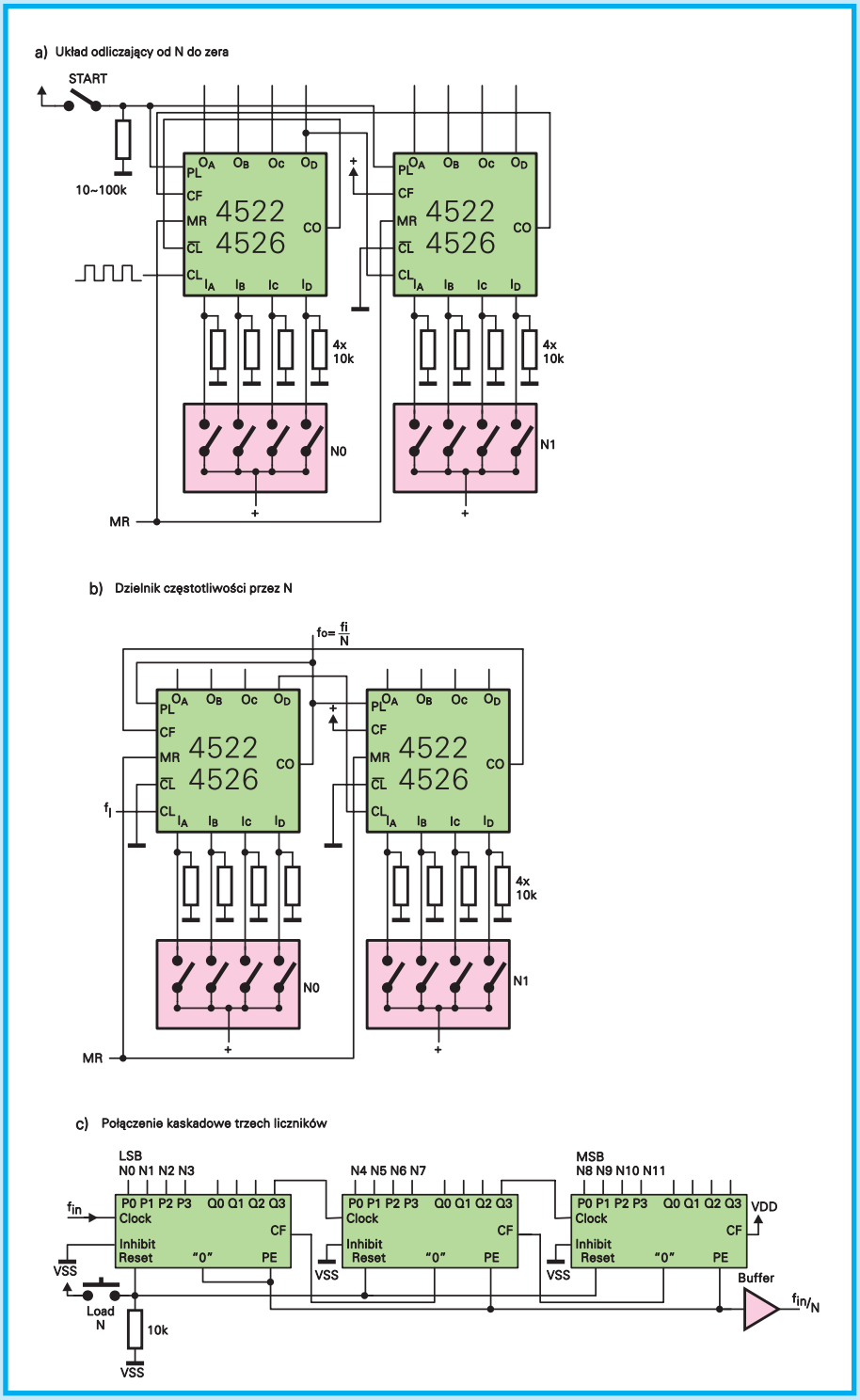
Kostki 4522 i 4526 mają dwa wejścia służące do zliczania: CL (nóżka 6) oraz INHIBIT (nóżka 4). Co istotne, można wybrać aktywne zbocze.

Gdy wejście INHIBIT jest w stanie niskim, licznik reaguje na rosnące zbocza na wejściu CL. Stan wysoki na INHIBIT zatrzymuje zliczanie, nie powodując zmian stanu licznika. Końcówka INHIBIT też może być wejściem zliczającym opadające zbocza nań podawane, przy czym wejście CL musi być w stanie wysokim. Tym samym wejście INHIBIT ma działanie takie same jak we wcześniej poznanych kostkach 4017, 4518, 4520, a inne jak wejście przeniesienia (CI) w kostkach 4029, 4510, 4516, 40102, 40103 (w których wejście CI też pełni rolę wejścia zezwalającego, ale nie służy do zliczania impulsów).

Ponieważ wejście INHIBIT nie jest „pełnowartościowym" wejściem zezwalającym i synchroniczne łączenie kilku kostek w układzie dzielnika byłoby utrudnione, wprowadzono dodatkowe wejście CF (Cascaded Feedback - nóżka 13), które jest wykorzystywane, gdy współpracuje ze sobą kilka kostek. Gdy pracuje tylko jedna, to wejście CF ma być w stanie wysokim. Nie

Rys. 133. Liczniki 4522 i 4526





Rys. 134. Przykłady wykorzystania liczników 4522 i 4526

trzeba się wgłębiać w jego funkcje, o ile tylko stosuje się klasyczne układy aplikacyjne z rysunków 133 i 134. Ty, jeśli w ogóle wykorzystasz te układy, to właśnie w tych aplikacjach.

Układy 4522 i 4526 mają jedno wyjście oznaczone „0" (nóżka 12). Nie jest to klasyczne wyjście przeniesienia CO znane z poprzednio omawianych liczników. Nie wdając się w szczegóły można stwierdzić, że stan wysoki pojawia się tam na koniec cyklu, gdy w liczniku jest liczba 0000B. I znów nie musisz się w to wgłębiać, jeśli zastosujesz kostkę w typowych aplikacjach. A jeśli chcesz wniknąć w szczegóły, musisz zajrzeć do katalogu, gdzie znajdziesz między innymi wewnętrzny schemat tych liczników.

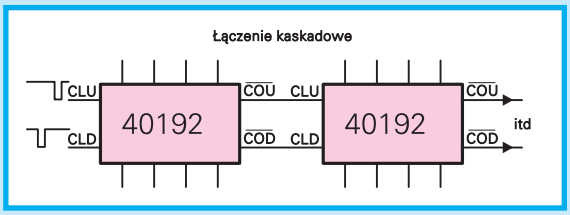
A teraz jeszcze jedna uwaga - przy wykorzystaniu tylko jednego licznika według rysunku 133 obie kostki będą zachowywać się identycznie, to znaczy „dziesiętny" licznik 4522 może pracować ze stopniem podziału większym niż 9. Jedynie przy współpracy kilku kostek, liczniki 4522 będą zachowywać się jak prawdziwe liczniki dziesiętne. Powód jest prosty - licznik liczy w dół i cykl pracy jest skrócony przez to, że następnym stanem po liczbie zero 0000B jest liczba dziewięć 1001B. Przy pracy jednego licznika cykl pracy kończy się w chwili osiągnięcia stanu 0000B, po czym następuje asynchroniczne wpisywanie danych do licznika z pomocą wejścia PE. Ta uwaga o pracy pojedynczego licznika BCD w roli licznika dwójkowego dotyczy też innych liczników BCD liczących w dół.

40192 - 40193

Układy te mają funkcje i układ wyprowadzeń identyczne jak liczniki 74192, 74193 z rodziny TTL. Oprócz układów '192 i '193 do rodziny CMOS4000 „przeflancowano" też inne kostki z rodziny TTL, miedzy innymi opisane dalej liczniki '160...'163. Po prostu niektóre układy z rodziny TTL okazały się bardzo przydatne w licznych zastosowaniach, cieszyły się ogromną popularnością i z czasem ich odpowiedniki pojawiły się w rodzinie CMOS4000. Odpowiedniki te w zasadzie mogą być stosowane zamiennie z układami TTL, przy czym - co ważne - podobnie jak wszystkie układy CMOS4XXX mogą być zasilane napięciem 3...18V. I to jest jedyna różnica, bo funkcje i układ wyprowadzeń są identyczne. Ale uwaga - zakres napięć zasilania jest wprawdzie bardzo szeroki, obejmuje typowe „logiczne napięcie zasilające" równe 5V, jednak wersje z rodziny CMOS4XXX są wolniejsze od swoich pierwowzorów TTL (standard, LS, F oraz HC, HCT) i przy niskich napięciach zasilania mają znacznie mniejszą wydajność prądową wyjść.

Tu na marginesie trzeba dodać, że nie tylko rodzina CMOS4XXX „pożyczyła" sobie najciekawsze kostki z rodziny TTL. Z czasem okazało się, że najpopularniejsze układy rodziny CMOS4XXX pojawiły się w rodzinie TTL, a ściślej mówiąc, w „cemosowych" wersjach HC i HCT. Przykładowo nasz dobry znajomy, licznik 4060 (i nie tylko on) występuje choćby w wersji HC jako układ 74HC4060. Oczywiście kostka 74HC4060, jak wszystkie z grupy HC, może być zasilana napięciami 3...6V, jest przy tym dużo szybsza i ma znacznie większą wydajność prądową wyjść niż CMOS4060, przy czym oczywiście działanie i układ wyprowadzeń są identyczne.

Wracając do kostek 40192 i 40193 (i ich TTL-owych pierwowzorów) trzeba stwierdzić, że są to rzeczywiście jedne z najpopularniejszych liczników. Układ '192 jest dwukierunkowym programowalnym licznikiem dziesiętnym (BCD), a '193 - czterobitowym dwójkowym. Układ wyprowadzeń jest podany w EdW 3/98 na str. 51. Ich działanie jest bardzo proste. Mają asynchroniczne wejście zerowania MR (nóżka 14), gdzie podanie stanu wysokiego w każdych warunkach zeruje licznik. Jeśli licznik nie jest



Rys. 135. Łączenie kostek '192 i '193

zerowany, podanie stanu niskiego na wejście wpisujące PE (nóżka 11) umożliwia załadowanie do licznika liczby podawanej na wejścia programujące P0...P3. Jak z tego widać, podczas zliczania na wejściu MR powinien być stan niski, a na PE\ - wysoki.

W odróżnieniu od dotychczas poznanych liczników, prezentowane kostki mają dwa równorzędne wejścia zegarowe. Impulsy podawane na jedno z nich (nóżka 5) powodują zwiększanie stanu licznika - jest to wejście oznaczane CL UP (lub CLU, CU) - od Clock Up. Impulsy podawane na drugie równorzędne wejście Clock Down (oznaczane CL DN, CLD, CD - nóżka 4) powodują zmniejszanie stanu licznika.

Układy '192 i '193 w odróżnieniu od wszystkich poznanych wcześniej liczników, nie mają żadnych wejść zezwalających. Impulsy, a ściślej rosnące zbocza impulsów podawanych na wejścia CU i CD są zliczane przez licznik. Ale uwaga! Z oczywistych względów (by licznik nie zachorował na schizofrenię), nie można podawać impulsów jednocześnie na oba wejścia. I nie chodzi tylko o to, że licznik zgłupieje, gdy każemy mu jednocześnie liczyć i w dół i w górę. Ze względu na specyficzną budowę stopni wejściowych, nie powinno się podawać jednocześnie na oba wejścia stanu niskiego. Inaczej mówiąc, „w spoczynku" oba wejścia powinny być w stanie wysokim, a zliczane ujemne impulsy (najlepiej krótkie) powinny być podawane w danej chwili tylko na jedno z wejść. Oczywiście podanie na oba wejścia stanu niskiego nie uszkodzi kostki, ale może powodować błędy z zliczaniu. W niektórych zastosowaniach nie będzie to żadnym problemem, choćby ze względu na działanie współpracujących bloków, a w innych najprostszym rozwiązaniem będzie zastosowanie na wejściach różniczkujących obwodów RC skracających czas trwania ujemnych impulsów na wejściach na przykład do 1 mikrosekundy.

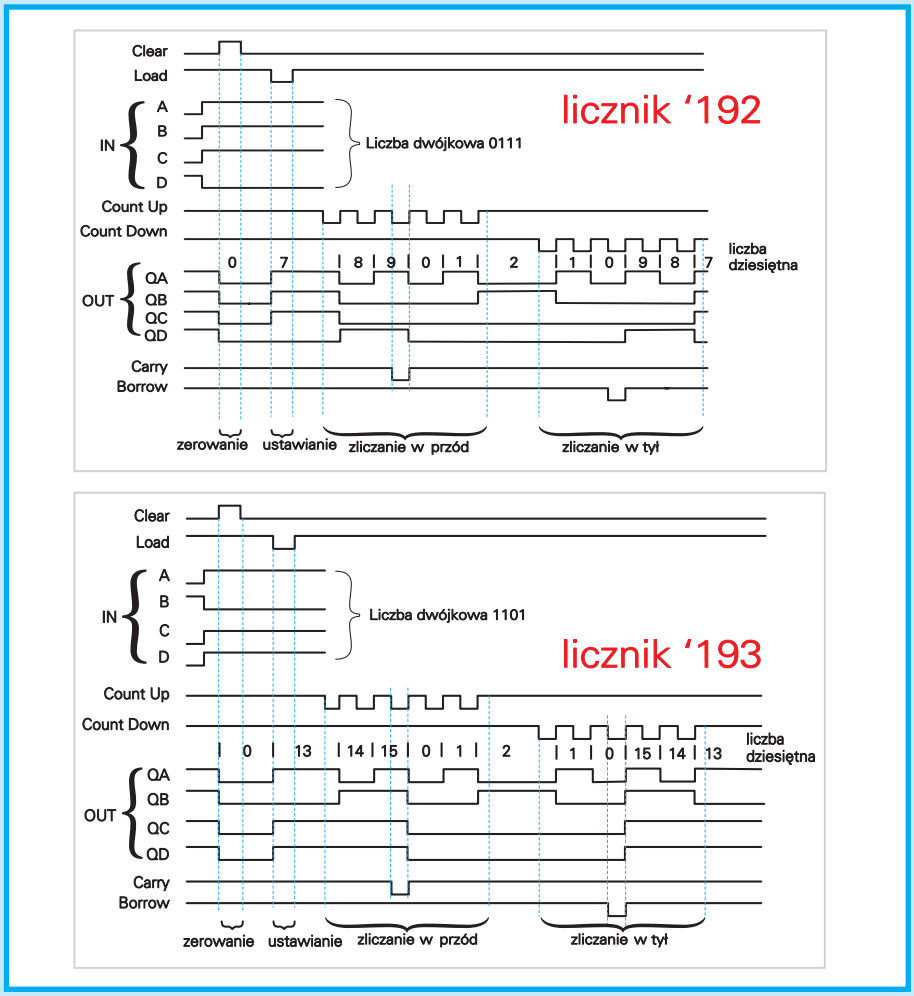
Omawiane liczniki mają dwa wyjścia umożliwiające łatwe łączenie kilku kostek według rysunku 135. W takim prostym zastosowaniu nie ma potrzeby zastanawiać się nad funkcją tych wyjść - wystarczy informacja, że zależnie od kierunku zliczania, impulsy przeniesienia pojawiają się albo na wyjściu COU\ (nóżka 12) bądź na wyjściu COD\ (nóżka 13). Wyjście przeniesienia „w górę" COU\ bywa też nazywane po prostu „przeniesienie" - CARRY\, a wyjście przeniesienia „w dół" - „pożyczka" czyli BORROW\.

Omawiana właściwość wejść nie powinna w żadnym stopniu zniechęcić do stosowania tych jakże pożytecznych układów. W prostszych zastosowaniach trzeba po prostu wykorzystać podane układy połączeń. W mniej typowych zastosowaniach konieczne są dodatkowe informacje o tych wyjściach. W zasadzie wszystko jest zapisane w EdW3/98 na stronie 51 w postaci równań logicznych, ale lepiej przedstawić to „ludzkim językiem". Chodzi o to, że na wyjściach COU\ i COD\ stan niski pojawia się wtedy, gdy w liczniku występuje wspomniany w poprzednim odcinku „ostatni stan cyklu" i jednocześnie na odpowiednim wejściu panuje stan niski. W czym problem? W opisywanych wcześniej licznikach synchronicznych stan aktywny na wyjściu przeniesienia CO występował przez cały czas, gdy w liczniku był „ostatni stan cyklu" i jednocześnie na wejściu CI był stan niski. W licznikach '192/'193 sytuacja jest znacznie ciekawsza, bo po pierwsze nie ma wejścia przeniesienia. Czyżby więc stan aktywny miał występować przez cały czas, gdy w liczniku jest „ostatni stan cyklu"? To miałoby pozory sensu, bo są dwa wyjścia przeniesienia i na jednym (COD\) występowałby stan niski gdy w liczniku jest liczba zero, natomiast na wyjściu COU\ - gdy w liczniku '192 jest 9 (1001B), a w '193 - 15 (1111B). Tak jednak być nie może i nie jest. Jak informowałem wcześniej, stan niski występuje na danym wyjściu nie przez cały czas występowania „ostatniego stanu", tylko krócej, gdy jednocześnie na odpowiednim wejściu panuje stan niski. Pokazane to jest na rysunku a15 przedstawiającym przebiegi w liczniku '192. Dlaczego tak musi być? To właśnie jest twoje zadanie domowe. Uzasadnij, dlaczego stan niski nie może występować na wyjściach COU\ i COD\ przez cały czas trwania w liczniku „ostatniego stanu"?

Wśród osób, które do końca listopada nadeślą prawidłowe uzasadnienia rozlosuję upominki w postaci kitów AVT.

A swoją drogą, jeszcze raz podkreślam, że nawet ci, którzy nie chcą się wgłębiać w takie zawiłości, nie powinni bać się liczników '192 i '193, bo w praktyce w typowych zastosowaniach nie sprawiają one żadnych kłopotów.

Rys. 136. Przebiegi w licznikach '192 i '193



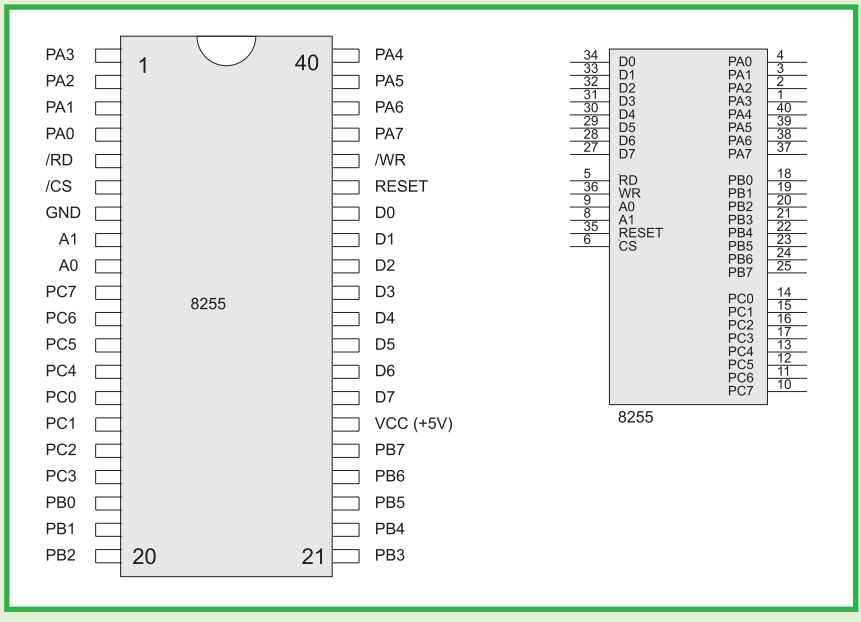
Mikrokontrolery? To takie proste...

Część 18
Programowane układy wejścia-wyjścia

W poprzednim odcinku zapoznaliście się drodzy Czytelnicy z prostymi układami I/O, dzięki którym możliwe jest sterowanie zewnętrznymi urządzeniami za pomocą mikrokomputerka edukacyjnego. W przykładach wykorzystałem najpopularniejsze układy serii TTL (HCT-TTL), toteż zastosowanie ich w praktycznych układach nie powinno nastręczać problemów. Tym razem mam zamiar przedstawić bardziej rozbudowane układy , umożliwiające np. drukowanie na typowej drukarce komputerowej, bądź wykorzystanie szybkiej transmisji równoległej z urządzenia zewnętrznego do komputerka edukacyjnego.

Układ który mam zamiar dzisiaj przedstawić jest tak stary jak cała technika komputerowa, oczywiście ta z prawdziwego zdarzenia, czyli z przełomu lat 70-tych i 80-tych. Mowa będzie o scalaku oznaczanym przez producentów jako 8255 – programowany układ wejścia/wyjścia z łączem równoległym. Zanim jednak przejdę do części praktycznej i przedstawię konkretne schematy oraz listingi procedur obsługi układu 8255 wypada mi krótko przedstawić sam układ, tak aby nikt nie czuł niedosytu wiedzy w tym zakresie. Jeżeli zaś któryś z Was drodzy Czytelnicy jest na tyle niecierpliwy, że nie może się powstrzymać od skonfrontowania wiedzy praktycznej w rzeczywistością, może przejść od razu do akapitu "Drukowanie z komputerka".

Rys.1 Topografia wyprowadzeń układu 8255 i jego schemat funkcjonalny



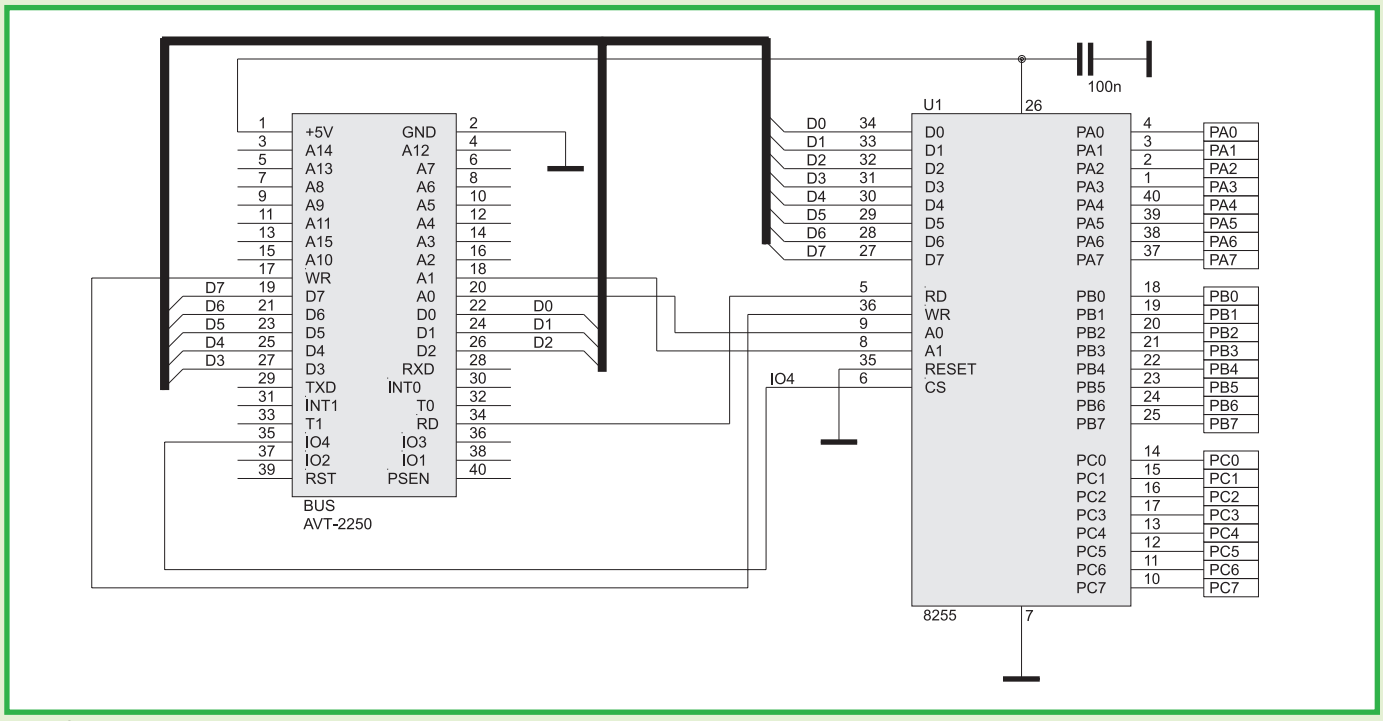
8255 – Dużo funkcji niewielkim kosztem

Bohater naszego dzisiejszego odcinka to jegomość umieszczony w 40-nóżkowej typowej obudowie DIL. Dzięki temu zastosowania i montaż tego układu na płytce drukowanej, podobnie jak procesorów 8051/2 nie nastręcza trudności. Ma to szczególnie znaczenie bo w dzisiejszej erze miniaturyzacji, na rynku rozpanoszyły się wszelkiego rodzaju zminiaturyzowane obudowy, które niejednego amatora elektronika mogą przyprawić o zawrót głowy.

W czasach, kiedy technika komputerowa PC wkraczała pod strzechy, kiedy to IBM wyprodukował pierwszy komputer osobisty, a w chwilę później pojawiło się na rynku wielu innych producentów sprzętu, w układach elektronicznych komputerów PC stosowano układy 8255 bardzo często. Pierwszym zastosowaniem była obsługa łącza równoległego standardu Centronics, przeznaczonego pierwotnie dla potrzeb drukowania. W chwili obecnej kiedy wszysktie układy I/O komputera PC znalazły się na "płycie głównej", układ 8255 wraz z całą rodziną wcześniej produkowanych scalaków z mikroprocesorowej rodziny Intel'a znalazł swoje miejsce z raczej został "wcielony" do tzw. układów "chip set'u" płyty komputera.

Pomimo tego, że w dzisiejszych komputerach PC do sterowania portem równoległych kostki 8255 nie są już wykorzystywane, to jednak można je spotkać w przemysłowych wersjach komputerów sterujących - także PC. Stary, ale sprawdzony standard przyjął się tak dobrze jak poczciwa już pięćdziesiątka-jedynka i na razie nic nie zapowiada jej upadku. Układ 8255 jest nadal produkowany i można go nabyć prawie w każdym sklepie ze specjalistycznymi artykułami elektronicznymi. Koszt kostki mieszczący się na poziomie około 5..10 zł nie jest kwotą wygórowaną, a pamiętając że układ za tak niską cenę oferuje wiele możliwości, dostajemy go praktycznie za darmo.

Najprościej rzecz mówiąc, układ 8255 zawiera trzy uniwersalne 8-bitowe porty (PA, PB i PC), z których każdy może być skonfigurowany jako wejście, wyjście a w pewnych trybach spełniać rolę mieszaną, nawet z możliwością generowania przerwań do procesora. Dodatkowo, oprócz wspomnianych



Rys.2 Sposób dołączenia kostki 8255 do komputerka edukacyjnego.

rejestrów portów PA, PB i PC układ 8255 zawiera tzw. czwarty rejestr – konfiguracyjny, dzięki któremu możliwe jest ustalenie, jak ma pracować cały układ, czy np. port PA ma być ustawiony jako wejściowy, czy wyjściowy itp.

Dołączenie układu do komputerka edukacyjnego (generalnie do procesorów 8051/2) jest bardzo proste, bowiem 8255 sterowany jest sygnałami kompatybilnymi z tymi generowanymi przez mikrokontrolery serii MCS-51. Sposób dołączenia kostki do komputerka edukacyjnego omówię za chwilę. Tymczasem na rys.1 przedstawiam rozkład wyprowadzeń kostki 8255.

Jak widać do połączenia układu 8255 z urządzeniami zewnętrznymi służą linie PA0...PA7, PB0...PB7 i PC0...PC7. To w jaki sposób ustawione są te linie oraz ich funkcje, determinuje specjalne słowo (bajt) konfiguracyjne (wspomniany czwarty rejestr) - zaszyte wewnątrz układu 8255. Jak te słowo zapisywać, innymi słowy jak konfigurować cały układ powiem za chwilę. Na razie wyjaśnijmy sobie znaczenie poszczególnych wyprowadzeń układu. Co prawda jest ich aż 40-ci ale jak się za chwilę przekonasz, drogi Czytelniku, nie jest to wcale dużo.

D0...D7 – linie dołączane do szyny danych systemu mikroprocesorowego. Dzięki nim, możliwa jest transmisja danych z procesora nadzorującego do i z układu 8255. W przypadku komputerka edukacyjnego AVT-2250 linie te powinno dołączyć się do szyny adresowej D0...D7 komputerka – wyprowadzenia: 22,24,26,27,25,23,21,19 złącza BUS AVT-2250

/CS – sygnał wejściowy wyboru – selekcji układu przez procesor. Podanie logicznego zera na to wejście umożliwia transmisję danych poprzez linie D0...D7. W układzie komputerka edukacyjnego sygnał ten może być dołączony do jednego z wyjść dekodera adresowego IO3 lub IO4, tak jak w przykładach z poprzedniego odcinka klasy mikroprocesorowej.

/WR – sygnał zapisu danych do układu 8255 przez procesor zewnętrzny. Podanie stanu niskiego na te wejście powoduje zapisanie danych z szyny D0...D7 do wewnętrznych rejestrów układu 8255. W układzie komputerka edukacyjnego sygnał ten łączy się bezpośrednio z końcówką /WR procesora (lub pinem 17 złącza BUS na płytce głównej AVT-2250).

/RD – sygnał odczytu danych z układu 8255. Podanie stanu niskiego na te wejście spowoduje odczytanie informacji z wewnętrznych rejestrów układu 8255. Podobnie jak w przypadku sygnału zapisu, wejście to powinno się dołączyć do wyjścia /RD procesora 8051 (lub do pinu 34 złącza BUS komputerka AVT-2250).

A1, A0 – linie sterujące wyborem jednego z czterech rejestrów wewnętrznych układu 8255. W zależności od poziomów na tych liniach podczas cyklu odczytu/zapisu przez procesor wybrany zostaje jeden z trzech rejestrów wyjściowych PA, PB, PC bądź rejestr konfiguracyjny.

RESET – wejście zerowania układu 8255. Podanie stanu wysokiego na to wejście spowoduje wyzerowanie rejestrów wewnętrznych (rejestru sterującego) układu 8255 i ustawienie portów PA, PB, PC jako wejściowych. Taki sam stan układu 8255 ustawiany jest automatycznie po każdorazowym włączeniu zasilania.

PA0...PA7 – linie 8-bitowego uniwersalnego portu PA (pierwszego portu)

PB0...PB7 – j/w lecz portu PB (drugiego portu)

PC0...PC7 – j/w lecz portu PC (trzeciego portu)

Na rys.2 przedstawiony jest najprostszy sposób dołączenia układu 8255 do komputerka AVT-2250. Jeżeli śledzisz uważnie cykl klasy mikroprocesorowej, w szczególności jeśli zapoznałeś się z poprzednim odcinkiem o prostych układach wejścia/wyjścia, z pewnością stwierdzisz, że sposób połączenia jest oczywisty i analogiczny z układami z poprzedniego odcinka klasy.

I tak linie danych D0...D7 dołączamy do szyny danych komputerka BUS – D0...D7. Linie sterujące zapisem /WR i odczytem /RD do odpowiednich linii złącza BUS (/WR i /RD). Sygnał wyboru układu /CS dołączamy bezpośrednio do wyjścia dekodera adresowego w układzie komputerka np. IO4, natomiast linie wyboru rejestru do analogicznych linii adresowych szyny adresowej komputerka A0 i A1. Prawda że proste! I to już wszystko, moi drodzy, można zająć się programowaniem układu. Aha byłby zapomniał o konieczności dołączenia zasilania, które przyłącza się trochę nietypowo (uwaga dla tych którzy w tym momencie jedną ręką i jednym okiem chcą natychmiast zabrać się za wykonanie płytki drukowanej), mianowicie +5V dołącza się do końcówki 26 (a nie jak typowo w obudowach DIL do pinu 40) a masę do końcówki 7.

Projektując płytkę lub umieszczając układ na "uniwersalce" warto zblokować linię zasilającą tuż przy układzie 8255 kondensatorem 100nF.

W ten sposób po dołączeniu układu do komputerka mamy do dyspozycji trzy 8-mio bitowe porty PA, PB i PC, do których możemy dołączyć dowolne urządzenia.

Wnikliwy czytelnik z pewnością zauważy konsekwencję z zastosowania dwóch linii adresowych A0 i A1 w układzie 8255 ze względu na sterowanie 4-roma rejestrami wewnętrznymi układu 8255. Tabela 1

Tabela 1

A1	A0	wybrany rejestr 8255
0	0	rejestr portu PA
0	1	rejestr portu PB
1	0	rejestr portu PC
1	1	rejestr kontrolny (CTRL) – konfiguracji układu

przedstawia znaczenie sygnałów A0 i A1 w odniesieniu do wyboru jednego z czterech rejestrów wewnętrznych kostki 8255.

W połączeniu ze sterowaniem sygnałem wyboru /CS poprzez linię np. IO4 poszczególne rejestry 8255 będą widziane przez procesor komputerka jako adresy:

PA – adres A000h (A1,A0 = 0,0)
PB – adres A001h (A1,A0 = 0,1)
PC – adres A002h (A1,A0 = 1,0)
CTRL – adres A003h (A1,A0 = 1,1)

Analogicznie, jeśli podłączylibyśmy linię wyboru /CS np. do sygnału IO3 komputerka to wtedy jak się zapewne domyślasz, adresy wyglądałyby odpowiednio tak: 8000h, 8001h, 8002h, 8003h.

Toteż, jeżeli po włączeniu zasilania komputerka z dołączonym do niego układem 8255, procesor (51-ka) wykona instrukcję:

```
MOV  DPTR, #A000h        ; adres rejestru portu PA
MOVX  A, @DPTR                    ; odczyt rejestru PA z 8255
```

to w efekcie w akumulatorze znajdzie się liczba której poszczególne bity będą zgodne z poziomami sygnałów na liniach PA0...PA7 układu 8255. Podobnie można będzie odczytać linie PB0...PB7 w następujący sposób:

```
MOV  DPTR, #A001h
MOV  A, @DPTR

i rejestru C

MOV  DPTR, #A002h
MOV  A, @DPTR
```

O ile rejestr PA (a także PB) może pełnić rolę wejść lub wyjść cyfrowych (nie jest możliwe aby niektóre bity tych rejestrów były wejściami a inne wejściami jednocześnie – w tej samej chwili), o tyle rejestr PC ma szczególne dodatkowe właściwości. Otóż może on być tak skonfigurowany (za pomocą rejestru kontrolnego CTRL), że w jednocześnie z portu PC można odczytywać dane lub je zapisywać. Oczywiście w takim przypadku wybrane linie PC będą pracowały wyłącznie jako wejścia, pozostałe zaś jako wyjścia. Fizycznie w układzie 8255 w odróżnieniu do rejestrów PA i PB, które widziane są jako całe 8-mio bitowe rejestry, rejestr PC może być modyfikowany w dwóch "połówkach". I tak starsze cztery bity rejestru PC7...PC4 będą oznaczane jako PCa młodsze PC3...PC0 jako PCb. Obrazowo wszystkie 3 rejestry portów przedstawiam poniżej.

Rejestr PA - końcówki 1-4 i 37-40 układu 8255

nr bitu:	7	6	5	4	3	2	1	0	
bity	PA7	PA6	PA5	PA4	PA3	PA2	PA1	PA0	**PA**

Rejestr PB - końcówki 18-25 układu 8255

nr bitu:	7	6	5	4	3	2	1	0	
bity	PB7	PB6	PB5	PB4	PB3	PB2	PB1	PB0	**PB**

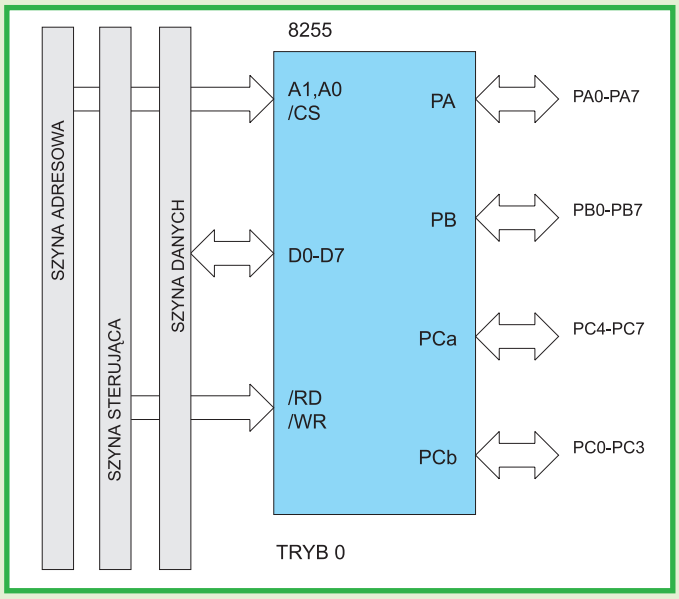
Rejestr PC - końcówki 10-17 układu 8255

nr bitu:	7	6	5	4	3	2	1	0	
bity	PC7	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0	**PC**
	rejestr PCa				rejestr PCb				

Ważną informacją jest to że odczyt rejestru kontrolnego CTRL (pod adresem A003h) jest, uwaga, zabroniony! Rejestr ten można tylko zapisywać. A czym go zapisywać? Otóż zapoznamy się teraz z budową tego rejestru i jego bitami oraz ich znaczeniem dla pracy kostki 8255.

Rejestr kontrolny 8255 (CTRL) w trybie konfigurowania

nr bitu:	7	6	5	4	3	2	1	0	
bity	1	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	**CTRL**



Rys.3 Układ 8255 w trybie pracy 0

W trybie programowania układu najstarszy bit (7) rejestru powinien być zawsze ustawiony ("1"). Znaczenie pozostałych bitów jest następujące:

bit 7 – w trybie programowania układu 8255 zawsze "1".

bity D6 i D5 – określają wybór trybu pracy układu i rejestrów PA oraz PCa, i tak:

00 = tryb 0
01 = tryb 1
10 lub 11 = tryb 2. Znaczenie poszczególnych trybów omówię za chwilę.

bit D4 – określa kierunek pracy linii portu PA i tak

1 = PA jako wejście
0 = PA jako wyjście cyfrowe

W trybie 2 pracy układu 8255, bit ten nie ma znaczenia.

bit D3 – określa kierunek pracy linii portu PCa (PC7...PC4) i tak

1 = PCa jako wejście
0 = PCa jako wyjście cyfrowe

bit D2 – określa wybór trybu pracy rejestru PB, i tak:

0 = tryb 0
1 = tryb 1

bit D1 – określa kierunek pracy linii portu PB, i tak:

1 = PB jako wejście
0 = PB jako wyjście cyfrowe

bit D0 – określa kierunek pracy linii portu PCb (linie PC3...PC0) i tak

1 = PCb jako wejście
0 = PCb jako wyjście

Jak widać regułą jest, że ustawienie bitów D0, D1, D3, D4 powoduje ustawienie odpowiadających im portów jako wejścia, natomiast wyzerowanie tych bitów powoduje ustawienie tych portów jako wyjścia cyfrowe. W najprostszym trybie pracy mamy zatem aż 16 kombinacji ustawień portów PA, PB i dwóch połówek portu PC.

TRYB 0

Wspomniane tryby pracy (0, 1 lub 2) umożliwiają wybór sposobu działania całego układu. Dla uproszczenia zajmijmy się na razie najprostszym trybem 0. W trybie tym jak powiedziałem wcześniej każdy z rejestrów PA, PB oraz dwóch połówek PC (PCa i PCb) może pracować jako wejście lub wyjście cyfrowe. Dane przesyłane sa z szyny danych D0...D7 systemu mikroprocesorowego do rejestrów portu (ustaw-

bajt sterujący CTRL (binarnie)	zapis hex	port PA	port PB	port PC	
				linie PC7...PC4	linie PC3...PC0
100 1 1 0 1 1	9Dh	WE	WE	WE	WE
100 0 1 0 1 1	8Dh	WY	WE	WE	WE
100 1 1 0 0 1	99h	WE	WY	WE	WE
100 0 1 0 0 1	89h	WY	WY	WE	WE
100 1 0 0 1 1	93h	WE	WE	WY	WE
100 0 0 0 1 1	83h	WY	WE	WY	WE
100 1 0 0 0 1	91h	WE	WY	WY	WE
100 0 0 0 0 1	81h	WY	WY	WY	WE
100 1 1 0 1 0	9Ah	WE	WE	WE	WY
100 0 1 0 1 0	8Ah	WY	WE	WE	WY
100 1 1 0 0 0	98h	WE	WY	WE	WY
100 0 1 0 0 0	88h	WY	WY	WE	WY
100 1 0 0 1 0	92h	WE	WE	WY	WY
100 0 0 0 1 0	82h	WY	WE	WY	WY
100 1 0 0 0 0	90h	WE	WY	WY	WY
100 0 0 0 0 0	80h	WY	WY	WY	WY

Tabela 2

ionych jako wyjścia) lub odczytywane poprzez tą szynę do procesora w sposób niezsynchronizowany.

Rys.3 obrazuje ideę pracy układu 8255 w trybie 0.

W przypadku kiedy procesor ustawi np. rejestr PA jako wyjście cyfrowe, to zapisując potem ten rejestr za pomocą instrukcji:

```
MOVX @DPTR,A
```

powoduje że dane z szyny danych D0...D7 pojawią się na liniach portu PA7...PA0, zgodnie z daną umieszczoną w akumulatorze Acc). W przypadku zaś odwrotnym, kiedy np. rejestr PA pracuje jako wejściowy, odczyt rejestru za pomocą instrukcji

```
MOVX  A,@DPTR
```

spowoduje pojawienie się na liniach D0...D7 szyny danych (a potem w akumulatorze Acc) stanów linii portu PA7...PA0).

I tak dla przykładu zapiszmy słowo sterujące CTRL układu 8255 w taki sposób żeby np.

port PA i PC pracowały jako WYJŚCIA
port PB jako WEJŚCIE,

patrząc na opis bitów rejestru (wyżej) zapiszemy:

D6, D5 i D2 będą = 0 (tryb 0)
D4 = 0 to PA będzie wyjściem
D3 = 0 to PCa – wyjście
D1 = 1 to PB – wejście

wreszcie

D0 = 0 to PCb jako wyjście (podobnie jak PCa)

zatem aby tak skonfigurować układ 8255 należy wykonać sekwencję instrukcji:

```
MOV  A, #10000010b      ;bity D7, D1 = 1, reszta "0"
MOV  DPTR, #A003h       ;zakładam, że /CS jest dopięty do /IO4 komputerka
MOVX @DPTR, A           ;i zapisanie konfiguracji do układu 8255
```

Aby ułatwić konfigurowanie układu w trybie pracy 0 w praktycznych zastosowaniach, poniżej zamieszczam tabelę 2, w której zapisane sa wszystkie wartości rejestru kontrolnego CRTL, które dają jeden z 16 sposób ustawień portów PA, PB i PC.

W tabeli dla zwiększenia czytelności zapisałem wartość wpisywaną do rejestru kontrolnego CTRL w postaci binarnej oraz szesnastkowej. Dodatkowo rozdzieliłem spacjami niektóre bity w zapisie binarnym, tak abyś mógł łatwiej przeanalizować sposób ustawienia lub zerowania poszczególnych bitów zgodnie z wcześniejszym opisem.

Teraz jeżeli chcemy ustawić porty PA, PB i PC jako wyjścia (np. do sterowania 24-oma diodami LED) wystarczy sięgnąć do tabeli i odczytać liczbę 80h jako stosowną do zapisu do rejestru konfiguracyjnego układu 8255. Potem wystarczy wykonać ciąg instrukcji:

```
MOV  A, #80h
MOV  DPTR, #A003h
MOVX @DPTR, A           ;i układ 8255 skonfigurowany
```

Teraz jeżeli chcemy np. "zapalić" linie portu PA, to wystarczy wydać polecenie

```
MOV  A, #255
MOV  DPTR, #A000h
MOVX  @DPTR, A
```

W praktyce przy pisaniu programu źródłowego (komputerowcy) warto posłużyć się deklaracją EQU dla zdefiniowania poszczególnych portów układu 8255. Wtedy nie trzeba będzie za każdym razie pamiętać, co jakie adresy mają porty PA, PB czy PC. W naszym przykładzie można to zrobić w sposób następujący:

```
IO_PA     EQU     A000h         ;deklaracja adresu portu PA
IO_PB     EQU     A001h         ;j/w lecz portu PB
IO_PC     EQU     A002h`        ;j/w lecz portu PC
IO_CTRL   EQU     A003h         ;wreszcie rejestru kontrolnego 8255
```

Teraz wystarczy odpowiednio i elegancko ich używać, np. tak:

```
MOV  A, #91h            ;ustawiam: PA i PCb jako WE, PB i PCa jako WY
MOV  DPTR, #IO_CTRL     ;adres rejestru kontrolnego
MOVX @DPTR, A           ;i skonfigurowanie układu

MOV  DPTR, #IO_PA       ;adres rejestru PA
MOVX A, @DPTR           ;i odczyt linii PA7...PA0

MOV  DPTR, #IO_PB       ;adres rejestru PB
MOV  A, #55h            ;ustaw naprzemiennie linie PB7...PB0 jako "01010101"
MOVX  @DPTR, A          ;i zapis do rejestru PB
.....                   ;itd.
```

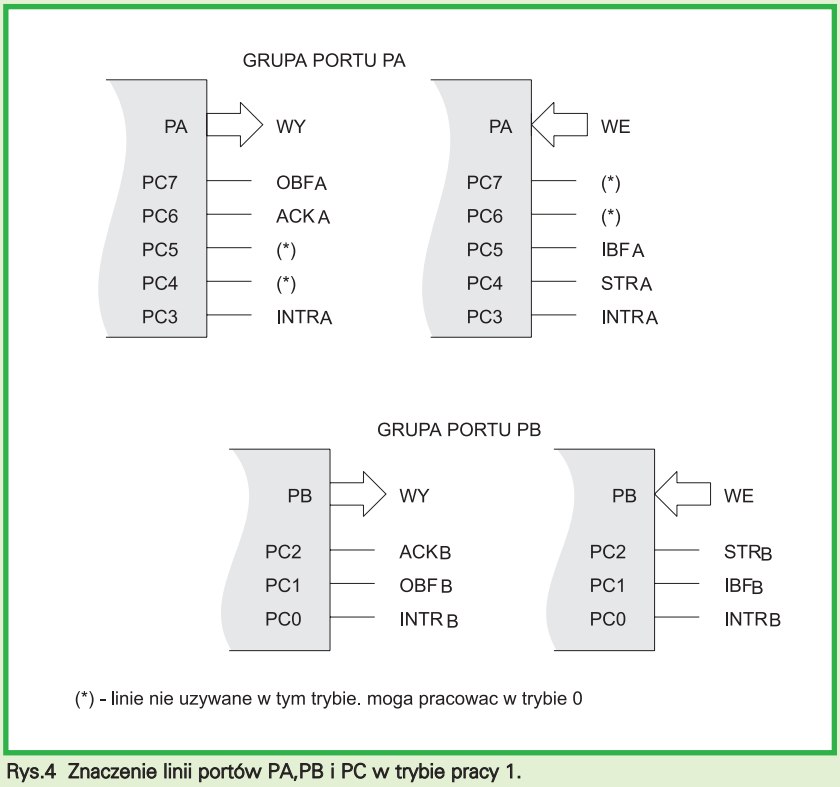
Na szczególną uwagę zasługuje rejestr PC układu 8255. Otóż możliwe jest selektywne ustawianie bądź zerowanie poszczególnych bitów tego rejestru. Do tego celu służy zapis do rejestru kontrolnego słowa z wyzerowanym najstarszym bitem D7. Poniżej przedstawiam strukturę słowa rejestru CTRL dla takiego przypadku sterowania.

W trybie tym najstarszy bit (7) rejestru powinien być wyzerowany. Znaczenie pozostałych bitów jest następujące:

bit 7 – zawsze "0".
bity D6, D5, D4 – nie używane (dowolna wartość, zazwyczaj "0")

Rejestr kontrolny 8255 (CTRL) w trybie modyfikacji rejestru PC

nr bitu:	7	6	5	4	3	2	1	0	
bity	1	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CTRL



Rys.4 Znaczenie linii portów PA,PB i PC w trybie pracy 1.

bity D3, D2, D1 – określają numer ustawianego lub zerowanego bitu rejestru PC,
i tak:
kolejność "000" oznacza wybór bitu D0 (linia PC0)
kolejność "001" oznacza wybór bitu D1 (linia PC1)
kolejność "010" oznacza wybór bitu D2 (linia PC2)
kolejność "011" oznacza wybór bitu D3 (linia PC3)
kolejność "100" oznacza wybór bitu D4 (linia PC4)
kolejność "101" oznacza wybór bitu D5 (linia PC5)
kolejność "110" oznacza wybór bitu D6 (linia PC6)
kolejność "111" oznacza wybór bitu D7 (linia PC7)
bit D0 – powinien zawierać "1" jeżeli chcemy wybrany bit (linię portu) rejestru PC ustawić lub "0" - jeżeli wyzerować

Przykład: zapisaliśmy wcześniej w rejestrze PC następujące stany: "10101010",
teraz chcemy wyzerować także linię PC7. należy więc wydać instrukcję:

```
MOV   DPTR, #IO_CTRL
MOV   A, #00001110b      ;zeruj linię PC7
MOX   @DPTR, A                    ;zapis do rejestru CTRL 8255
```

i gotowe! Selektywna modyfikacja bitów rejestru C możliwa jest tylko w trybie 0 pracy rejestrów PA lub PB. Jeżeli np. rejestr PA pracuje w trybie 1 lub 2, a rejestr PB w trybie 0 to można modyfikować jedynie bity rejestru PCb (z grupy B) i odwrotnie, dla PB pracującego w trybie 1, a PA w trybie 0, modyfikowalne są tylko bity PCa.

Tryby 1 i 2 pracy układu 8255 nie są tak proste jak tryb 0. Dzięki nim jednak możliwa jest synchronizacja transmisji pomiędzy układem 8255 a urządzeniem zewnętrznym. Można powiedzieć, ze w praktyce trybu 0 używa się kiedy po prostu chcemy sterować zewnętrznymi urządzeniami dołączonymi (poprzez układy pośredniczące) do linii portów PA, PC czy PC, lub także odczytywać stany tych linii w dowolnym momencie. Istotną informacją jest to że w trybie 0 informacja zapisana do każdego z rejestrów portów PA, PB, PC jest zapamiętywana do kolejnej modyfikacji wybranego rejestru. Natomiast w przypadku odczytu, rejestr danego portu jest przezroczysty dla danych przesyłanych z urządzenia zewnętrznego i nie zapamiętuje ich.

Natomiast tryby 1 i 2 używane są do bardziej złożonych zastosowań, takich właśnie jak transmisja pomiędzy inteligentnymi układami peryferyjnymi, takimi jak np. drukarka, komputer, inny układ oparty o 8255 lub podobny. Zagadnienie jest bardzo rozbudowane, dlatego poniżej skupię się do skróconego omówienia sposobu działania układu 8255 w tych trybach. Przedstawione zaś w dalszej części artykułu przykłady praktycznego zastosowania kostki 8255 w celach współpracy ze zwykłą drukarką komputerową oraz do transmisji danych z innego urządzenia zewnętrznego, pozwolą na zilustrowanie tego zagadnienia w sposób wystarczający do naszych zastosowań w przyszłych wspólnie omawianych układach.

TRYB 1

W tym trybie pracy dane mogą być przesyłane do i z innych urządzeń poprzez porty PA lub PB. W tym trybie transmisja jest jednokierunkowa, tzn. dane mogą być odczytywane przez cały czas do kolejnej rekonfiguracji układu 8255 lub wyłącznie zapisywane. Niektóre z linii portu PC są w tym trybie przyporządkowane rejestrowi PA lub PB, a służą do przesyłania sygnałów synchronizujących transmisję, między rejestrami PA lub PB a urządzeniem zewnętrznym. Rejestr PA z odpowiednimi wybranymi liniami portu PC (PCa), które synchronizują transmisję nazywa się grupą A, natomiast rejestr PB z pozostałymi liniami portu PC (PCb) – grupą B.

Tryby pracy linii grupy A i grupy B jest programowany niezależnie. Toteż gdy jeden z rejestrów PA lub PB wraz z odpowiednimi liniami portu PC może pracować w trybie 1 to tryb pracy drugiego i linii PC należącymi wraz z nimi do grupy może pracować w trybie 1 lub 0. Rys.4 pokazuje jak układ 8255 pracuje w trybie 1.

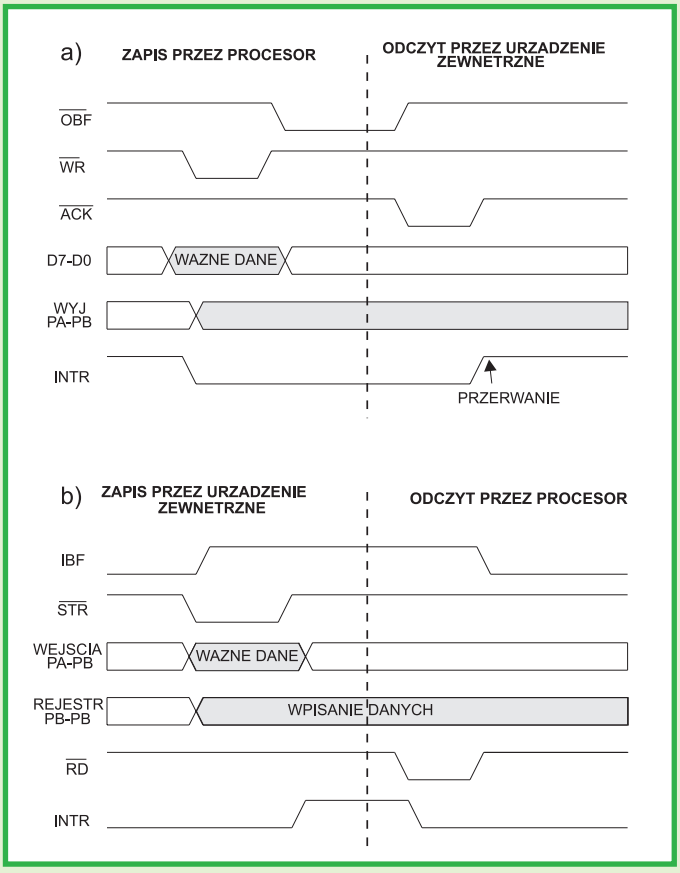
Jak wspomniałem port PC generuje na liniach dodatkowe sygnały synchronizujące transmisję danych pomiędzy 8255 a urządzeniem zewnętrznym. znaczenie sygnałów tych jest następujące:

a) przy transmisji z układu 8255 do urządzenia zewnętrznego

/OBF – (ang. "output buffer full") sygnał ten przyjmuje poziom niski podczas całego cyklu przyjęcia danej z procesora (od narastającego zbocza sygnału /WR) do odebrania danej przez układ zewnętrzny (który sygnalizuje potwierdzenie odebrania znaku na linii /ACK)

/ACK – (ang. "acknowledge") urządzenie zewnętrzne po odebraniu znaku z portu (np. PA) potwierdza zakończenie odczytu wystawiając poziom niski na tej linii, co 8255 odbiera jako zakończenie transmisji.

Rys.5 Zależności czasowe sygnałów synchronizacji transmisji podczas odczytu danej (a) przez urządzenie zewnętrzne oraz zapisu (b) danej do układu 8255 przez te urządzenie



/INTR A,B – (ang. "interrupt") sygnały wyjściowy 8255 zgłoszenia przerwania. Przejście tego sygnału do stanu aktywnego oznacza że urządzenie zewnętrzne odczytało przesłaną daną i jest gotowe do przyjęcia kolejnej danej. Powrót do stanu nieaktywnego następuje wtedy kiedy procesor dokona ponownie zapisu tego słowa.

b) przy transmisji danej z urządzenia zewnętrznego do 8255

IBF – (ang. "input buffer full") sygnał wyjściowy który przyjmuje stan aktywny w momencie kiedy dana zostaje zapisana przez urządzenie zewnętrzne w 8255, skasowanie tego sygnał następuje kiedy procesor odczyta z 8255 tak odebraną daną.

/STR – (ang. "strobe") sygnał wejściowy, dzięki któremu urządzenie zewnętrzne może zgłosić gotowość do odebrania przez 8255 danej, wystawionej przez nie

INTR A,B – (ang. "interrupt") sygnały wyjściowy 8255 zgłoszenia przerwania. przejście tego sygnału do stanu aktywnego oznacza że urządzenie zewnętrzne zakończyło zapis danej w rejestrze wejściowym 8255. Powrót do stanu nieaktywnego następuje wtedy kiedy procesor dokona odczytu tej danej.

Na rys.5 a i b przedstawiono zależności czasowe odpowiednich sygnałów podczas transmisji w trybie 1. Analiza przebiegów szczególnie sygnałów sterujących nie jest trudna, należy jedynie skupić się nieco nad ideą pracy portu PC.

I tak w trybie przesyłania danej z 8255 do urządzenia zewnętrznego, procesor sterujący (u nas 8051) musi zapisać daną do układ 8255. Sygnał /WR przyjmie podczas zapisu stan niski. Równocześnie z momentem rozpoczęcie zapisu uaktywniony zostaje sygnał zgłoszenia przerwania INTR (poziom niski). Po zakończeniu zapisu danej przez procesor sygnał OBF przyjmuje stan niski, układ 8255 czeka na odebranie informacji przez urządzenie zewnętrzne. W tym czasie gotowa do odebrania dana znajduje się na wyprowadzeniach portu PA (lub PB – w zależności z której grupy A, czy B rejestrów korzystamy). Kiedy urządzenie zewnętrzne odczyta daną z portu PA (PB) zasygnalizuje ten fakt ustawieniem poziomu niskiego na linii /ACK co układ 8255 odbierze jako znak o zakończeniu odczytu daje przez te urządzenie. Sygnał /INTR zgłoszenia przerwania przyjmie stan nieaktywny (wysoki). Cykl transmisji został zakończony.

Podobnie sytuacja przedstawia się podczas transmisji znaku z urządzenia zewnętrznego do układu 8255. W tym przypadku urządzenie zewnętrzne po wystawieniu danej na port PA (PB) informuje układ 8255 o tym fakcie wystawiając poziom niski na linii /STR strobowania. W tym momencie dana ta zostaje zatrzaśnięta z rejestrze PA (PB) a procesor dowiaduje się o tym otrzymując np. zgłoszenie przerwania poprzez wystąpienie stanu wysokiego na wyjściu INTR 8255. Następnie procesor odczytuje daną z portu PA (PB) poprzez zaadresowania portu i podanie stanu niskiego na linii /RD. Po odczycie transmisja zostaje zakończona, sygnał IBF przyjmuje stan nieaktywny, skasowane zostaje także przerwanie INTR.

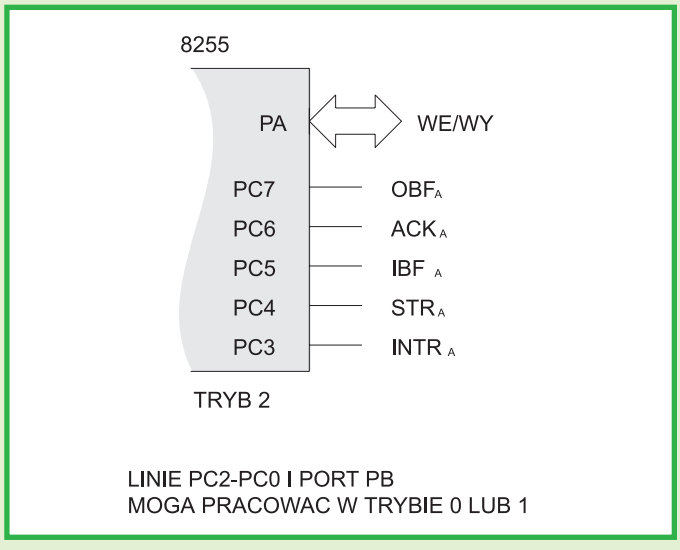
TRYB 2

W trybie tym układ 8255 potrafi transmitować dane w dwóch kierunkach jednocześnie wraz z potwierdzeniem transmisji. Rejestr PA wykorzystywany jest wtedy do transmisji danych między 8255 a urządzeniem zewnętrznym. Jako sygnały synchronizujące wykorzystywane są linie PC3...PC7. Pozostałe linie PC0...PC2 oraz rejestr PB mogą pracować niezależnie w trybie 0 lub 1.

Rys.6 ilustruje znaczenie linii portów PA i PC3...PC7 w trybie pracy 2.

Znaczenie sygnałów sterujących jest takie jak w przypadku trybu 1.

Rys.6 Znaczenie sygnałów w trybie 2 pracy



PRZERWANIA Z 8255

Jak wspomniałem wcześniej układ 8255 ma możliwość generowania przerwań dla potrzeb współpracującego z nim procesora. Wiesz już że sygnały te generowane są na określonych linia portu PC. Dodatkowo trzeba wiedzieć, że w trybie 1 każdemu z portów PA i PB przyporządkowany jest tzw. przerzutnik zezwolenia przerwania, dzięki któremu możliwe jest w ogóle wygenerowanie przerwania przez 8255. Mówiąc prościej jeżeli w swojej aplikacji masz zamiar wykorzystać sygnały INTR, to musisz odpowiednio ustawić dany przerzutnik, a robi się to bardzo prosto, bowiem poprzez zapis odpowiedniego bajtu do rejestru kontrolnego 8255. I tak dla rejestru PA jest to przerzutnik INTRA, a dla rejestru PB - INTRB.

Otóż aby ustawić dane przerzutnik i tym samym zezwolić na generowanie sygnału przerwania na linii INTR należy podobnie jak w przypadku (opisanym wcześniej) posłużyć się funkcją selektywnego ustawiania bitów rejestru PC.

W trybie 1 odpowiednie przerzutniki są przyporządkowane następującym bitom rejestru PC, i tak:

INTRB – bit D2 rejestru PC
INTRA (gdy port PA jest wejściem) – bit D4 rejestru PC
INTRA (gdy port PA jest wyjściem) – bit D6 rejestru PC

Dla przykładu podam że aby np. ustawić sygnał zezwolenia przerwania INTRB należy wykonać instrukcje:

```
MOV  A, #0101b          ; ustawienie przerzutnika INTRB
MOV  DPTR, #IO_PC       ; wybór rejestru PC
MOVX @DPTR, A           ; i zapis do niego
```

oczywiście nie można zapomnieć wcześniej skonfigurować układu 8255 do pracy rejestru PB w trybie 1, można to zrobić np. poleceniem:

```
MOV  A, #10011111b
MOV  DPTR, #IO_CTRL
MOVX  @DPTR, A
```

W przykładzie ustawiłem bit D2 akumulatora który odpowiada za tryb pracy rejestru portu PB (1- tryb 1). Pozostałe porty ustawiłem domyślnie jako pracujące jako wejścia, a PA w trybie pracy 0.

W praktyce w układach często rezygnuje się bezpośredniego połączenia linii INTR z wejściem przerwania procesora (w 8051 jest to INT0 lub INT1), ze względu na cenność wejść przerywających i możliwość monitorowania transmisji przez procesor poprzez tzw. "pulling". Wtedy to wyjście INTR można podłączyć do jednej z linii wolnego portu 8255 pracującego w trybie 0. Cykliczny odczyt tej linii pozwoli na stwierdzenie czy transmisja została zakończona.

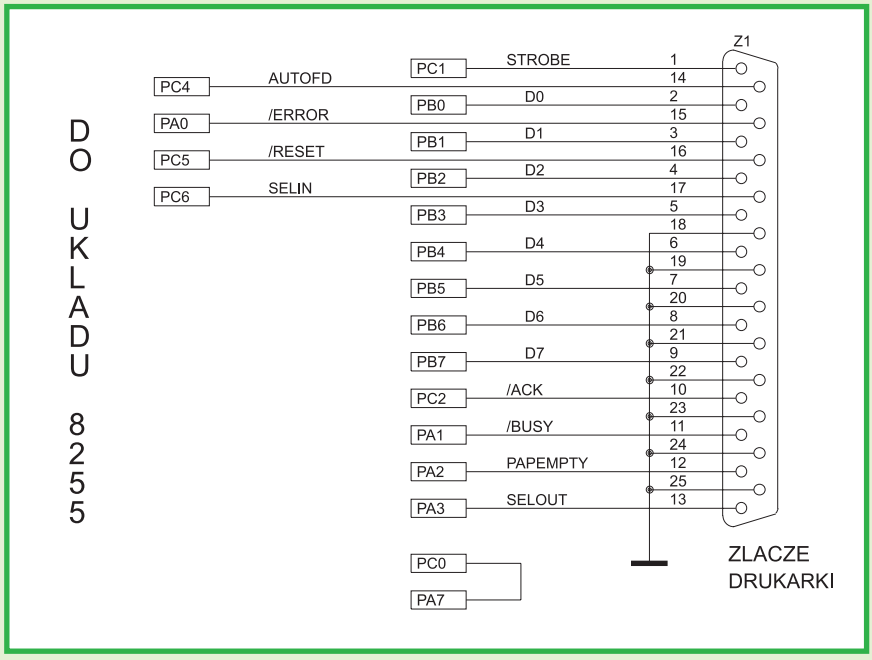
Oczywiście można stosować przerwania procesora, lecz jak wykazuje praktyka, operacje drukowania z małych systemów automatyki nie muszą być wykonywane w tle, chociaż nic nie stoi na przeszkodzie aby tak było.

No dobrze dość już teorii, zajmijmy się praktycznymi zastosowaniami. Poza oczywistym prostym zastosowaniem układu 8255 (tryb pracy 0) przedstawię poniżej dwa ciekawe zastosowania portu, pierwsze do obsługi drukarki, drugie do emulowania drukarki przez komputerek, dzięki czemu możliwe jest transmitowania danych z komputera wyposażonego w gniazdo zgodne ze standardem Centronics wprost do AVT-2250.

DRUKOWANIE Z KOMPUTERKA AVT-2250

Nasz komputerek potrafi komunikować się za pomocą wyświetlacza LED oraz klawiatury lokalnej. Ciekawym uzupełnieniem, z pewnością także bardzo atrakcyjnym także dla zazdrosnych o twój pierwszy system mikroprocesorowy, kolegów będzie możliwość obsługi drukarki. Będziesz mógł drukować co tylko przyjdzie Ci do głowy. Ja w przykładzie pokażę jak można uzupełnić program monitora komputerka AVT-2250 o polecenie drukowania zawartości pamięci operacyjnej w postaci szesnastkowej i znakowej. Funkcja ta może mieć niebanalne znaczenie szczególnie dla ręczniaków, którzy będą mogli "rzucić okiem" na swój cały program wydrukowany na kartce papieru. Oczywiście musicie moi drodzy posiadać choćby najstarszą zdezelowaną drukarkę. Ja posłużyłem się leciwą drukarką STAR LC-10, ach łezka kręci się w oku, kiedy wspominam tamte czasy – starych wolnych ale poczciwych pierwszych PC-tów.

Rys.7 Sposób podłączenia gniazda DB-25/F do układu 8255



Drukarkę taką można nabyć na giełdach w cenach przyprawiających o zawrót głowy, a mianowicie 50,- zł (tak, pięćdziesiąt złotych), mniej niż kosztuje sam komputerek.

Przejdźmy zatem do układu.

Aby dołączyć drukarkę do naszego komputerka należy zaopatrzyć się w dodatkowe złącze typu DB-25/F (żeńskie) Następnie zgodnie z rys. 7 wykonujemy połączenia pomiędzy wyprowadzeniami układu 8255 (z rys.2) zgodnie z odpowiadającymi oznaczeniami na obu rysunkach.

Do pracy układu 8255 w charakterze sterownika drukarki wykorzystamy następujące ustawienia konfiguracyjne kostki 8255:

1. port PB ustawimy jako wyjściowy w trybie 1
2. port PA i PCa (PC4...PC7) ustawiamy w trybie 0, PA jako wejście, PCa - wyjście
2. wtedy sygnał na linii PC1 (/OBF) użyjemy jako strobujący dane do drukarki
3. stan na linii PC2 (/ACK) będzie sygnalizował układowi 8255 zakończenie odbioru znaku przez drukarkę
4. nie będziemy korzystać z układu przerwań procesora (przyda się być może do czego innego), dlatego wyjście zgłoszenia przerwania INTRB dołączymy zwrotnie do linii PA7 portu PA (będziemy badać stan tej linii aby wiedzieć kiedy transmisja jest zakończona) dodatkowe linie informacyjne z sygnałami wysyłanymi przez drukarkę dołączymy do wolnych linii portu PA i PC, tak:

- PA0 do linii /ERROR: sygnał na tej linii przyjmuje stan niski kiedy drukarka nie ma papieru, bądź jest w trybie off-line lub też po prostu jest wyłączona
- PA1 do linii BUSY: wysoki poziom logiczny na tej linii sygnalizuje jedno ze zdarzeń:
  a) drukarka jest w stanie off-line,
  b) lub odłączona od komputerka,
  c) wewnętrzny bufor drukarki jest pełny,
  d) drukarka odbiera właśnie znak,
  e) trwa inicjalizacja drukarki
  f) wystąpił inny błąd w pracy drukarki
- PA2 do linii PAPEMPTY: wysoki poziom logiczny na tej linii oznacza wyczerpanie się papieru
- PA3 do linii SELOUT: wysoki poziom logiczny na tej linii oznacza, że drukarka jest fizycznie połączona z komputerkiem – jest w stanie "on-line"
- linie PA4...PA6 portu pozostają niewykorzystane.

Pozostało nam podłączenie trzech sygnałów sterujących drukarką

- PC4 do linii AUTOFD: niski poziom podany przez 8255 na to wejście powoduje automatyczne dodawanie znaków w trybie tekstowym przez drukarkę po zakończeniu każdej linii
- PC5 do linii /RESET: niski poziom logiczny uruchamia w pewnych drukarkach procedurę inicjującą
- PC6 do linii SELIN: niski poziom logiczny na tej linii informuje drukarkę że jest ona wybrana i będzie używana. Zwykle linia ta jest połączona z masą, my jednak trzymając się zasady edukacyjnej naszego kursu umożliwimy sobie sterowanie tym sygnałem.

Gotowe! Teraz należy jeszcze dołączyć drukarkę za pomocą typowego kabla drukarkowego z gniazdem DB-25/F, które przed chwilą skrosowaliśmy z wyjściami portów PA,PB i PC układu 8255.

Zapiszmy teraz słowo konfiguracyjne rejestru CTRL układu 8255 dla trybu pracy z drukarką – czyli transmisji synchronicznej gdzie dane są wysyłane z 8255 do drukarki. I tak:

bit 7 = 1 (zawsze jedynka)
bit 6 i 5 = 00 (tryb pracy PA jako tryb 0)
bit 4 = 1 (linie PA jako wejściowe będą odczytywać stany linii drukarki)
bit 3 = 0 (linie PC5...PC7 będą sterowały sygnałami AUTOFD, SELIN i /RESET)
bit 2 = 1 (tryb pracy rejestru PB – 1)
bit 1 = 0 (PB jako wyjście)
bit 0 = 1 (aby wolna linia PC3 na wszelki wypadek była wejściem, bo pozostałe linie PC0..PC2 generują sygnały synchronizacji transmisji a więc /ACK, /OBF i INTR)

Wobec tego liczba wpisana do rejestru CTRL przy inicjacji układu 8255 to będzie:

10010101 binarnie, czyli 95h szesnastkowo.

Wykonujemy więc instrukcje:

```
MOV  A, #95h
MOV DPTR, #IO_CTRL
MOVX @DPTR, A
```

I gotowe, teraz należy jeszcze odblokować przerzutnik zezwalający na generowanie sygnału przerwania INTRB na linii PC0. Zgodnie z tym co opisałem wcześniej należy wpisać do rejestru CTRL układu 8255 bajt tak jak się ustawia pojedyncze bity rejestru PC. Jak wiemy przerzutnik INTRB znajduje się "pod bitem" D2 rejestru CTRL, dodatkowo ponieważ mamy zamiar ustawić ten bit aby odblokować działanie linii INTRB ustawiamy także bit 0, wobec tego otrzymamy wartość:

00000101 binarnie, czyli 05h szesnastkowo, zapisujemy ją do rejestru CTRL podobnie jak poprzednio:

```
MOV  A, #05h
MOV DPTR, #IO_CTRL
MOVX @DPTR, A
```

Dodatkowo należy zainicjować sygnały sterujące drukarką, czyli linie PC5...PC7 w sposób następujący:

```
MOV  A, #01010000b   ;SELIN=1, RESET=0 (inicjacja), AUTOFD=1
MOV  DPTR, #IO_PC
MOVX @DPTR, A
```

a po chwili powinniśmy wykonać instrukcje ustawiające linię /RESET drukarki w stanie nieaktywnym, czyli:

```
MOV  A, #01110000b   ;SELIN=1, RESET=1 (praca), AUTOFD=1
MOV  DPTR, #IO_PC
MOVX @DPTR, A
```

i to już naprawdę wszystko, drukarka jest gotowa do przyjmowania i drukowania znaków.

Teraz trzeba wysłać znak a następnie czekać aż drukarka go wydrukuje i zgłosi ten fakt. Poniżej przedstawiam procedurę drukowania znaku na drukarce dołączonej do komputerka edukacyjnego. Drukowany jest znak z akumulatora Acc.

patrz tabela na następnej stronie

Najpierw utworzyłem zbiór deklaracji adresów układu 8255 dołączonego do komputerka zgodnie z rys.2. Zbiór nazwałem "port8255.inc" i deklarację włączenia go do kompilacji umieściłem w zbiorze w procedurą PRNACC, która wysyła znak do drukarki. Jeżeli transmisja nie powiodła się to procedura wypisuje na displeju napis o błędzie "Err" oraz przed zakończeniem dodatkowo ustawia znacznik C, jeżeli wszystko przebiegło pomyślnie, to procedura kończy się z wyzerowanym znacznikiem C.

Uwga, procedura ta sprawdza jedynie stan linii INTRB, nie sprawdza stanów linii informacyjnych drukarki /BUSY, PAPEMPTY i SELOUT. Proponuję jako zadanie domowe uzupełnić tę procedurę o detekcję

Listing 1

```
   1              CPU    '8052.DEF'
   2

Zbior: "const.inc"
Zbior: "bios.inc"

Zbior: "port8255.inc"
   1              ;***********************************************
   2              ;Deklaracja adresow portow ukladu 8255
   3              ;klasa mikroprocesorowa - odcinek 18, EdW 11/98
   4              ;***********************************************
   5
   6  A000        IO_PA          equ          A000h
   7  A001        IO_PB          equ          A001h
   8  A002        IO_PC          equ          A002h
   9  A003        IO_CTRL        equ          A003h
  10

Zbior: "prnacc.s03"
   5
   6  0A00        org  0A00h                  ;offset w obrebie pamieci EPROM komputerka
   7
   8              ;**********
   9              ;* PRNACC *  Wysyla znak z akumulatora na drukarke
  10              ;**********
  11  0A00 C083        prnAcc:   push         DPH
  12  0A02 C082                  push         DPL
  13  0A04 C0E0                  push         Acc
  14  0A06 90A000   chkprn:      mov          DPTR,#IO_PA                ;odczyta stanu drukarki
  15  0A09 E0                    movx         A, DPTR
  16  0A0A 540F                  anl          A,#0Fh
  17  0A0C 6409                  xrl          A,#1001b          ;czy drukarka gotowa ?
  18  0A0E 6017                  jz           prnok                      ;tak to drukuj
  19  0A10        prnerror:
  20  0A10 120274                lcall        CLS
  21  0A13 757879                mov          DL1,#_E
  22  0A16 757950                mov          DL2,#_r
  23  0A19 757A50                mov          DL3,#_r
  24  0A1C 1202C5                lcall        CONIN                      ;czekanie na dowolny klawisz
  25  0A1F D3                    setb         C              ;ustawienie znacznika bledu (C=1)
  26  0A20 D0E0                  pop          Acc
  27  0A22 D082        exit:     pop          DPL                        ;i zakonczenie drukowania
  28  0A24 D083                  pop          DPH
  29  0A26 22                    ret
  30  0A27 D0E0        prnok:    pop          Acc                        ;od tej instrukcji gdy OK !
  31  0A29 90A001                mov          DPTR,#IO_PB
  32  0A2C F0                    movx          DPTR,A        ;wyslanie znaku do drukarki
  33  0A2D 90A000                mov          DPTR,#IO_PA                ;odczyt stanu drukarki
  34  0A30 E0          wait:     movx         A, DPTR
  35  0A31 5480                  anl          A,#80h          ;czy mozna wyslac nastepny znak ?
  36  0A33 60FB                  jz           wait                  ;nie to czekaj
  37  0A35 C3                    clr          C                     ;zakoczenie drukowania OK. !
  38  0A36 80EA        sjmp      exit
  39
  40  0A38             END

   Kompilacja zakonczona pomyslnie !
   Zbior: "prnacc.s03" , 56 bajt(ow), 0.1 sekund(y).
```

tych sygnałów i spróbować w domowym zaciszu pobawić się z tymi sygnałami.

Procedura została skompilowania z offsetem 0A00h, czyli w obrębie pamięci programu komputerka. Jeżeli ktoś chce, to może zmodyfikować pamięć monitora dodając na stałe procedurę PRNACC do pamięci programu EPROM. Sposób modyfikacji przedstawiłem we wrześniowym numerze EdW. W każdym razie trzeba dysponować programatorem pamięci EPROM.

Jeżeli nie posiadasz programatora to procedurę PRNACC powinieneś wykorzystywać w aplikacjach pisanych przez siebie, tzn. umieszczać listing podany powyżej w pliku źródłowym twego programu (oczywiście pomijając dodatkowe oznaczenia i informacje wygenerowane przez kompilator PASM51.EXE).

Użycie przedstawionej procedury jest bardzo proste i wyglądać może właśnie tak:

```
MOV     A, #'A'              ;wydrukuj literę A
LCALL   PRNACC
JNC     nastepny _znak
blad_drukarki:
        .....
        .....;instrukcje w wypadku błędu drukowania
```

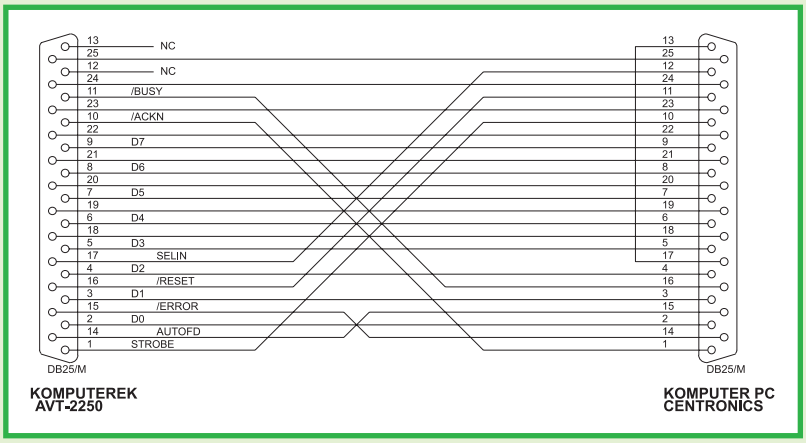
Na deser proponuję krótką procedurę dodatkową, która korzysta z procedury PRNACC i drukuje tekst (ciąg bajtów) zakończony znakiem #0 (zero) zaczynający się od adresu podanego w DPTR. Oto ona:

Teraz możesz np. w swoim programie testującym spróbować wydrukować zdanie:

Listing 2

```
CPU     '8052.def'
PRNACC  equ          0A00h

;**********
;* PRNTXT *  Wysyla tekst ASCIIZ na drukarke (dane: mov DPTR,#tekst)
;**********
PRNTXT:
        movx         A, DPTR     ;pobranie znaku z bufora
        cjne         A,#0,ok1    ;czy znak konca tekstu ?
        ret                                ;tak to koniec procedury
ok1:    lcall        PRNACC                ;nie to wydrukuj znak
        jnc          ok2                   ;czy blad drukowania ?
        ret                                ;tak to zakoncz procedure
ok2:    inc          DPTR                  ;nie to nastepny znak
        sjmp         prntxt
        ret
```



Rys.8 Schemat kabla do połączenia komputera PC z AVT-2250

"Hello z systemu AVT-2250!" za pomocą sekwensji instrukcji:

```
MOV     DPTR, #zdanie
LCALL   PRNTXT
.....
.....
zdanie  db          'Hello z systemu AVT-2250!', 0
```

Pamiętaj aby na końcu zawsze postawić znak #0, w przeciwnym przypadku procedura pójdzie w przysłowiowe "maliny".

SYMULOWANIE DRUKARKI, CZYLI JAK ODBIERAĆ ZNAKI Z ZEWNĄTRZ

Uff, wiesz już drogi czytelniku w jaki sposób wysyłać znaki na drukarkę za pomocą układu 8255. Czy nie warto byłoby także móc ich odbierać, ale skąd?, no np. z zewnętrznego urządzenia wyposażonego w port równoległy kompatybilny z naszym, chociażby z poczciwego PC'ta lub innego komputera, jaki posiadasz.

W tej części artykułu pokażę w jaki sposób komputerek edukacyjny AVT-2250 może bez żadnych przeróbek zmontowanego już układu 8255 (zgodnie z rys.2) udawać drukarkę i przyjmować znaki z zewnątrz. Jak się pewnie domyślasz do zrealizowania tego celu wykorzystam ten sam tryb pracy portu jak poprzednio (tryb 1) lecz port PB będzie pracował jako wejście danych. Sytuację tę możesz zobaczyć na rys. 4 w tej jego części gdzie pokazany jest port PB w trybie 1 oraz towarzyszące mu sygnały synchronizujące transmisję, czyli /STR, INB i INTRB.

Pierwszym krokiem jest ustalenie składni słowa konfiguracyjnego portu CTRL układu 8255. Wszystkie bitu tego słowa będą takie same jak poprzednio za wyjątkiem dwóch najmłodszych, oto one:

```
bit 1 = 1 ( PB jako wejście )
bit 0 = 0 ( PCb jako wyjście)
```

stąd więc otrzymamy słowo: 10010110 binarnie, czyli 96h szesnastkowo. Podobnie jak poprzednio trzeba wysłać jest do portu 8255, właśnie tak:

```
MOV  A, #96h
MOV DPTR, #IO_CTRL
MOVX @DPTR, A
```

Pozostał jeszcze do odblokowania przerzutnik zgłoszenia przerwania INTRB

tak więc do portu układu 8255 wysyłamy taką samą wartość jak w przypadku obsługi drukarki, czyli:

```
MOV  A, #05h
MOV DPTR, #IO_CTRL
MOVX @DPTR, A
```

Następnie należy wykonać specjalny kabel do połączenia z urządzeniem zewnętrznym, w naszym przypadku będzie to komputer PC z równoległym złączem typu Centronics (drukarkowym). Rys.8 przedstawia schemat połączeń kabla do transmisji z komputerem PC. Oba wtyki po dwóch stronach kabla będą typu męskiego DB-25/M, lecz ze względu na wykonane połączenia należy zaznaczyć (flamastrem) tę stronę którą wtykamy do komputera PC a drugą, jako dołączaną do portu 8255 komputerka AVT-2250. Podczas wykonywania kabla radzę Ci zastanowić się na przyporządkowaniu poszczególnych linii sygnałom portu Centronics komputera PC. Dla ułatwienia powiem tylko że dzięki skrzyżowaniom sygnałów możliwe jest połączenia następujących kompatybilnych par sygnałów:

AVT-2250	<->	PC
STROBE	z	ACK
BUSY	z	RESET
ERROR	z	AUTOFD

Jeżeli kabel został wykonany to można zabrać się do zainicjowania stanów na odpowiednich liniach łącza, tak aby komputer PC zaczął "widzieć" nasz komputerek i aby można było wysłać do niego jakieś znaki.

W tym celu do portu PC należy wysłać bajt: 00100000b, a to dlatego, że wtedy ustawimy sygnały:

PAPER EMPTY (OK.), BUSY i ERROR, tak że komputerek będzie widziany przez PC'ta jak potencjalna gotowa do pracy drukarka. Wykonujemy więc instrukcje:

```
MOV  A, #00100000b      ;PAPER OK, BUSY, not ERROR
MOV  DPTR, #IO_PC
MOVX @DPTR, A
```

i układ jest gotowy do odbierania znaków z urządzenia zewnętrznego. Poniżej zamieszczam uproszczoną procedurę oczekiwania na znak z łącza równoległego i umieszczenie go w akumulatorze. Jako pracę domową proponuje uzupełnienie tej procedury funkcją przeterminowania, tak aby komputerek edukacyjny przy braku transmisji po prostu nie zawiesił się.

patrz tabela na następnej stronie

Listing 3

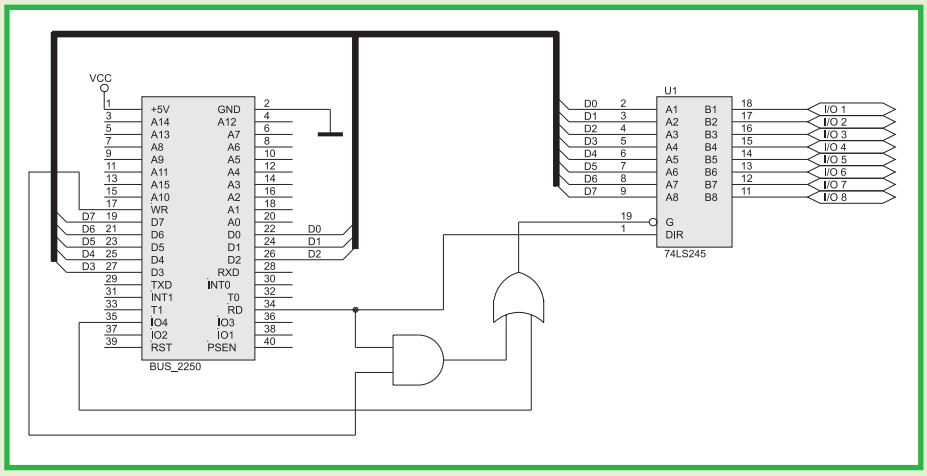
```
 7 0B00                 org          0B00h
 8
 9              ;**********
10              ;* INPACC *  Czeka na znak z portu rownoleglego i do Acc
11              ;**********
12 0B00 C083    INPACC:    push         DPH
13 0B02 C082               push         DPL
14 0B04 90A000             mov          DPTR,#IO_PA          ;czy uklad 8255 zajety ?
15 0B07 E0      waitp:     movx         A, DPTR
16 0B08 5480               anl          A,#80h
17 0B0A 60FB               jz           waitp                ;tak to poczekaj
18 0B0C 90A001             mov          DPTR,#IO_PB          ;nie to odczytaj dana
19 0B0F E0                 movx         A, DPTR              ;dana w Acc
20 0B10 D082               pop          DPL
21 0B12 D083               pop          DPH
22 0B14 22                 ret
23
24 0B15                END

Kompilacja zakonczona pomyslnie !
Zbior: "inpacc.s03" , 21 bajt(ow), 0.1 sekund(y).
```

Procedura została skompilowana z offsetem 0B00h, tak aby znaleźć się w obszarze pamięci programu monitora komputerka, a jednocześnie nie kolidować z wcześniejszą procedurą obsługi drukarki. Tak ja poprzednio procedury tej można także używać w swoich aplikacjach wstawiając ją do zbioru źródłowego.

Korzystanie z procedury INPACC jest proste i sprowadza się do jej wywołania:

```
LCALL    INPACC
.....
;a co dalej zrobisz z tym znakiem to twoja sprawa
```



Rys.1 Rozwiązanie zadania nr 1

To na razie wszystko, co przygotowałem na dzisiejszy odcinek klasy mikroprocesorowej. Myślę że spora ilość informacji do przemyślenia a także sprawdzenia w praktyce umili Ci, drogi Czytelniku jesienne chłodne wieczory. Powodzenia.

Sławomir Surowiński

LEKCJA 11

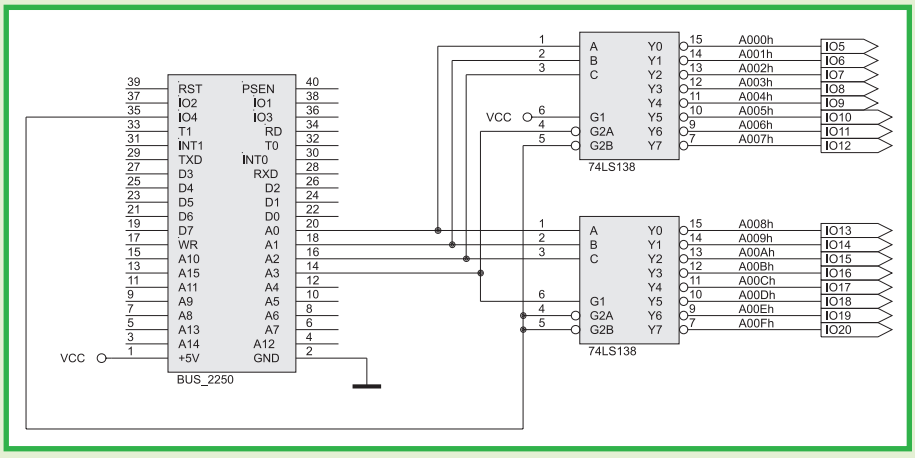
Rozwiązania zadań z poprzedniej lekcji przedstawione są na rysunkach poniżej. I tak rysunek 1 przedstawia zmodyfikowany z rys.9 w poprzednim numerze układ uwzględniający sygnał /WR procesora.

Na rys.2 pokazałem jak połączyć dwa układy 74LS138 tak aby zastąpić jeden demultiplekser 74LS154.

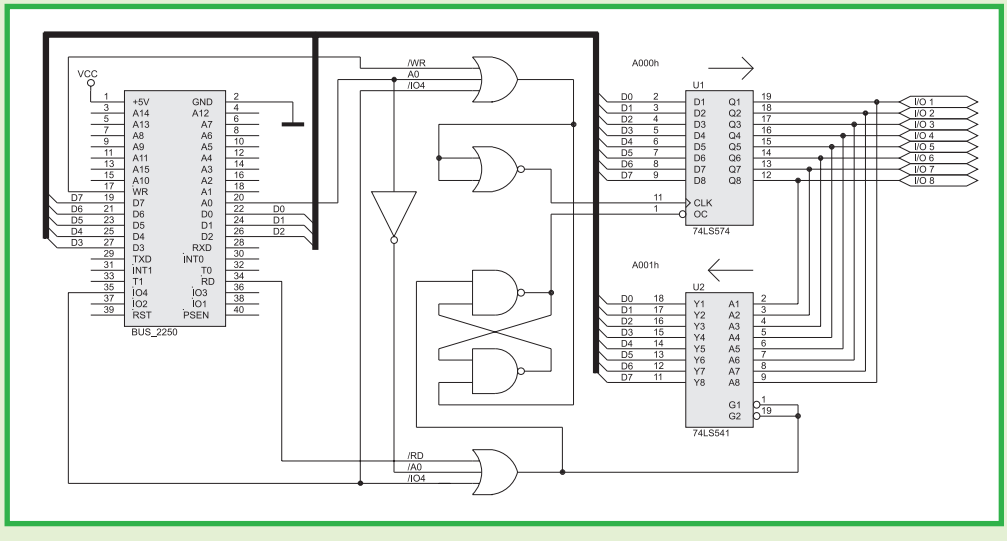
Wreszcie na rys.3 znajduje się zmodyfikowany układ dekodera z rys.10 (z poprzedniego numeru EdW), dzięki któremu układ U1 zapisywany jest pod adresem A000h a odczytywany pod adresem A001h

Sądzę że analiza powyższych schematów nie nastręczy nikomu trudności. Jako zadanie na kolejny raz proponuję zapisanie procedury drukowania zawartości zewnętrznej pamięci danych komputerka AVT-2250, w zadany z klawiatury zakresie np. od adresu 8000h do 80FFh w postaci szesnastkowej i znakowej według przykładowego szablonu:

Adres - 16 bajtów kolejnych danych w HEX - te same bajty jako znaki



Rys.2 Rozwiązanie zadania nr 2



Rys.3 Rozwiązanie zadania nr 3

```
Address          Data                    Character
-------------------------------------------------------------------------------
(2600h)  0E 57 31 C0 50 9A E2 36 7D 0E 9A DF 35 7D 0E 80  .W1.P..6}...5}..
(2610h)  3E CA 8A 00 74 06 C6 46 FB 01 EB 04 C6 46 FB 02  >...t..F.....F..
(2620h)  8A 46 FB 50 B0 0F 50 9A AA 10 CF 0C 8D 7E FB 16  .F.P..P......~..
(2630h)  57 B0 02 50 E8 05 F8 8D 7E FC 16 57 9A 1F 0C CF  W..P....~..W....
(2640h)  0C 80 3E 7E 89 00 74 07 C6 06 7E 89 00 EB 17 8A  ..>~..t...~.....
(2650h)  46 FB 3C 01 75 07 C6 06 CA 8A 01 EB 09 3C 02 75  F.<.u........<.u
(2660h)  05 C6 06 CA 8A 00 89 EC 5D C3 55 89 E5 31 C0 9A  ........].U..1..
(2670h)  30 05 7D 0E BF 98 89 1E 57 B8 B7 00 50 9A E3 37  0.}.....W...P..7
(2680h)  7D 0E BF 98 89 1E 57 BF 18 8A 1E 57 9A 96 38 7D  }.....W....W..8}
(2690h)  0E 83 C4 04 BF 98 89 1E 57 9A 5B 38 7D 0E 9A 47  ........W.[8}..G
(26A0h)  0C CF 0C B0 07 50 E8 8F FA 31 C0 9A 16 01 7D 0E  .....P...1....}.
(26B0h)  5D C3 00 55 89 E5 31 C0 9A 30 05 7D 0E 80 3E C8  ]..U..1..0.}..>.
(26C0h)  8A 00 B0 00 75 01 40 A2 C8 8A BF 94 89 1E 57 9A  ....u. .......W.
(26D0h)  1F 0C CF 0C C6 06 7B 89 00 C6 06 7E 89 01 C6 06  ......{....~....
(26E0h)  52 90 FF B0 00 50 BF 32 0C 0E 57 E8 7C FB 5D C3  R....P.2..W.|.].
(26F0h)  55 89 E5 31 C0 9A 30 05 7D 0E A0 CB 8A 30 E4 48  U..1..0.}....0.H
```


Przykładowy wydruk powinien wyglądać jak ten na dole strony

Wydruk przedstawia zawartość pamięci o podanych adresach z zakresu:
2600h... 26FFh. Wesołej zabawy i do zobaczenia w następnym numerze EdW, gdzie znajdzie się rozwiązanie powyższego zadania.

Sławomir Surowiński

GENIALNE SCHEMATY

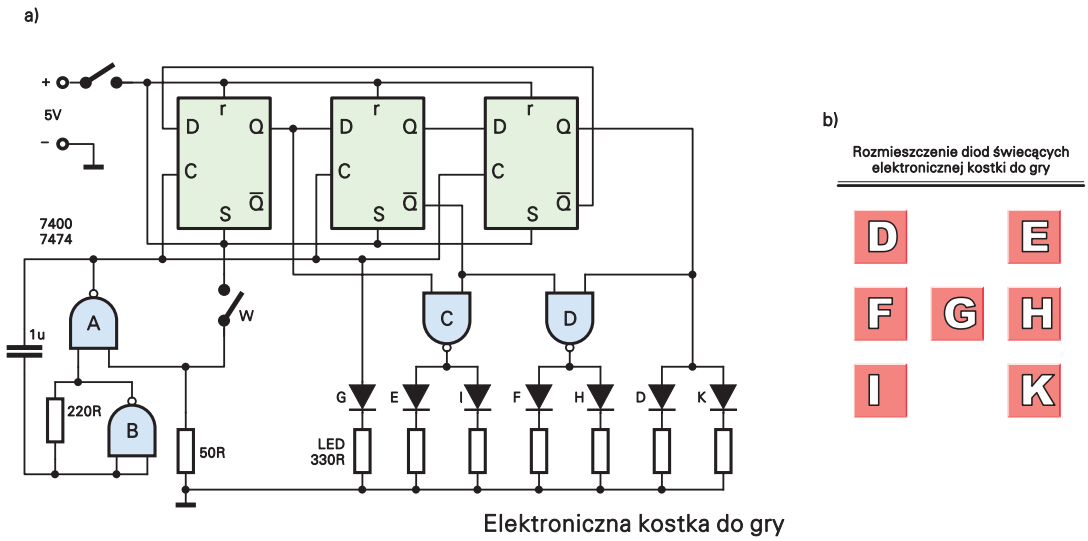
czyli co by było, gdyby ...

W jednym z poprzednich numerów poinformowaliśmy o możliwości utworzenia nowej rubryki zawierającej sprawdzone i niesprawdzone schematy. Nadeszło kilka listów, a w nich trochę schematów, które uznaliśmy za godne publicznej prezentacji. Wbrew oczekiwaniom nie zostaliśmy zasypani lawiną listów pochodzących od grafomanów, kopiujących mniej i bardziej sensowne schematy z literatury. Nadesłane listy zawierały schematy albo osobiście opracowane (w kilku przypadkach tylko na papierze), albo sprawdzone i godne polecenia układy z literatury. Przedstawiamy układy, które wielu z Was na pewno zechce wykonać i wypróbować w praktyce. Są tego warte. Nie tylko ze względu na walory użytkowe, ale nawet dla czystej ciekawości i dla zdobycia doświadczenia.

Schematy pokazane na rysunkach 1 i 2 nadesłał **Zenon Rakoczy** z Chropaczowa. W zasadzie nie przewidywaliśmy nagród dla Autorów opublikowanych schematów. Ponieważ jednak przedstawione propozycje są jak najbardziej użyteczne, na dobry początek koledzy, którzy nadesłali materiały otrzymują po jednym katalogu firmy MOTOROLA.

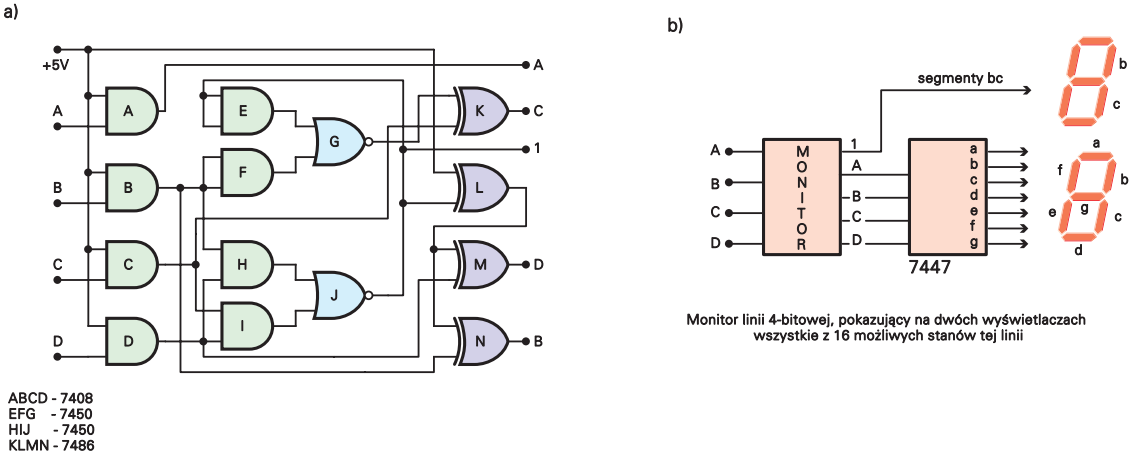
Czekamy na następne listy, zawierające kolejne schematy godne szerszego zaprezentowania bądź przypomnienia, oraz na Wasze własne genialne opracowania. Ci, którzy nadeślą najciekawsze schematy, oprócz satysfakcji otrzymają od Redakcji nagrody bądź upominki.

Rys. 1. Elektroniczna kostka do gry



Elektroniczna kostka do gry

Rys. 2. Monitor linii 4-bitowej



Monitor linii 4-bitowej, pokazujący na dwóch wyświetlaczach wszystkie z 16 możliwych stanów tej linii

Katalog (wybranych) tranzystorów MOSiFET

Typ	Rodzaj	Obudowa	Rozkład końcówek	V_{DSmax}	I_{Dmax}	T_{Jmax}[°C]	P_{TOTmax}	$V_{GS(OFF)}/V_{GS(TH)}$	$I_{DSS}/I_{D(ON)}$	G_{FS}	$R_{DS(ON)max}$[Ω]	C_{ISSmax}	C_{RSSmax}	Najbliższe odpowiedniki	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2SK184	JN	TO92	B2C	50V	15mA	150	200mWP	1.5Vmax	0.6/14mA	4mSmin	-	-	3pF	-	
2SK213	MN	TO220	B4A	140V	500mA	150	30WO	0.2/1.5V	-	40mStyp	-	140pF	3.5pF	ZVN114L	IRF613
2SK30A	JN	TO92	B2A	50V	10mA	125	100mWP	0.4/5V	0.6/6mA	1.2mSmin	-	16pF	5pF	BF347	2N5458
2SK374	JN	SOT89	B8	55V	30mA	-	-	-	20mAmax	2.5mStyp	-	-	-	2N341	
2SK685	MN	TO247	B6	1000V	5A	150	100WO	2/4V	250µAmax	2Smin	2	1.9nFtyp	760pFtyp	-	
2SK792	MN	TO220	B4B	900V	3A	150	100WO	1.5/3.5V	300µAmax	500mSmin	4.5	1.1nF	120pF	STP3N90	
2SK870	MN	TO247	B6	500V	20A	-	130WO	-	-	12Styp	0.4	-	-	-	
2SK970	MN	TO220	B4B	60V	10A	150	30WO	1/2V	250µAmax	3.5Smin	0.22	400pFtyp	60pFtyp	-	
2SK1035	MN	ISO220	B7	150V	12A	-	45WO	-	-	8.5Styp	0.3	-	-	-	
2SK1156	MN	TO220	B4B	500V	5A	150	50WO	2/3V	250µAmax	2.5Smin	1.5	640pFtyp	20pFtyp	IRF830	
2SK1200	MN	TO247	B6	900V	3A	150	80WO	2/4V	250µAmax	850mSmin	7	490pFtyp	190pFtyp	-	
BF245	JN	TO92	B2B	30V	35mA	150	300mWP	0.5/8V	2/25mA	3/6.5mS	-	8pF	2pF	BF811	2N6451
BF245A	JN	TO92	B2B	30V	35mA	150	300mWP	0.5/8V	2/6.5mA	3/6.5mS	-	8pF	2pF	BFW56	2N3822
BF245B	JN	TO92	B2B	30V	35mA	150	300mWP	0.5/8V	6/15mA	3/6.5mS	-	8pF	2pF	BF811	2N5459
BF245C	JN	TO92	B2B	30V	35mA	150	300mWP	0.5/8V	12/25mA	3/6.5mS	-	8pF	2pF	BF244	2N5397
BF246	JN	TO92	B2A	25V	260mA	150	300mWP	0.6/14.5V	30/250mA	8/50mS	-	30pF	7pF	BSV78	2N4859
BF246A	JN	TO92	B2A	25V	260mA	150	300mWP	0.6/14.5V	30/80mA	8/50mS	-	30pF	7pF	BSV78	2N4392
BF246B	JN	TO92	B2A	25V	260mA	150	300mWP	0.6/14.5V	60/140mA	8/50mS	-	30pF	7pF	BSV78	2N4856
BF246C	JN	TO92	B2A	25V	260mA	150	300mWP	0.6/14V	110/250mA	8/50mS	-	30pF	7pF	BSV78	2N4856
BF256	JN	TO92	B2B	30V	30mA	150	300mWP	0.5/7.5V	3/18mA	4.5mSmin	-	4.5pF	1.2pF	BF256L	2N5245
BF256A	JN	TO92	B2B	30V	10mA	150	300mWP	0.5/7.5V	3/7mA	4.5mSmin	-	4.5pF	1.2pF	BF256LA	2N5246
BF256B	JN	TO92	B2B	30V	30mA	150	300mWP	0.5/7.5V	6/13mA	4.5mSmin	-	4.5pF	1.2pF	BF256LB	2N5245
BF256C	JN	TO92	B2B	30V	30mA	150	300mWP	0.5/7.5V	11/18mA	4.5mSmin	-	4.5pF	1.2pF	BF256LC	2N4416
BF960	MND	STO103	B9A	20V	30mA	125	150mWP	-	-	9mStyp	-	20pF	1pF	BF905	
BF961	MND	STO103	B9B	20V	30mA	150	200mWP	4Vmax	4/20mA	12mSmin	-	2pF	0.03pF	BF900	
BF964A	MND	STO103	B9B	20V	30mA	150	200mWP	2.5/2Vmax	2/20mA	15mSmin	-	2.5pFtyp	0.025pFtyp	-	
BF981	MND	STO103	B9B	20V	20mA	150	230mWP	0.7/2/5V	5/25mA	10mSmin	-	2.3pF	0.03pF	BF905	
BF982T	MND	STO103	B9B	20V	40mA	150	200mWP	-	4/20mA	27mSmin	-	4pF	-	-	
BS107	MN	TO92	B2C	200V	120mA	150	500mWP	0.8/2V	15µA	60mSmin	15	90pF	5pF	ZVN0120TA	
BS107A	MN	TO92	B2C	200V	250mA	150	350mWP	1/3V	30nAmax	200mSmin	6.4	60pFtyp	30pFtyp	ZVNL120A	
BS170	MN	TO92	B2C	60V	500mA	150	800mWP	0.5/2.5V	-	110mStyp	3.5	20pF	-	ZVN1304A	
BS250	MP	TO92	B2C	45V	500mA	150	800mWP	0.5/2.5V	-	80mStyp	7	20pF	-	ZVP01304A	
BUZ10	MN	TO220	B4B	50V	23A	150	75WO	2.1/4V	1µA	7Smin	0.07	820pF	170pF	ZVN01206L	IRFZ32
BUZ11	MN	TO220	B4B	50V	30A	150	75WO	2.1/4V	100nA	10Smin	0.04	1.6nF	240pF	IRF541	
BUZ11A	MN	TO220	B4B	50V	26A	150	75WO	2.1/4V	250µA	10Smin	0.055	1.2nF	240pF	IRZ30	RFP25N05
BUZ12	MN	TO220	B4B	50V	42A	150	125WO	2.1/4V	1µA	12Smin	0.028	2.4nF	240pF	IRFZ40	
BUZ14	MN	TO3	B1	50V	39A	150	125WO	2.1/4V	-	7Smin	0.04	1.5nF	1.2nF	ZVN1206M	IRF151
BUZ15	MN	TO3	B1	50V	45A	150	125WO	2.1/4V	1µA	7Smin	0.03	2.4nF	450nF	2N6763	RFK45N05
BUZ16	MN	TO3	B1	50V	48A	150	125WO	2.1/4V	100nA	30Smin	0.018	4.3nF	750pF	-	
BUZ17	MN	TO238	B5	50V	32A	150	83WO	2.1/4V	-	7Smin	0.03	1.5nF	1.2nF	2N6763	RFK45N05
BUZ18	MN	TO238	B5	50V	37A	150	83WO	2.1/4V	-	7Smin	0.03	1.5nF	1.2nF	2N6763	
BUZ20	MN	TO220	B4B	100V	12A	150	75WO	2.1/4V	1µA	3Smin	0.2	730pF	140pF	ZVN1210L	IRF530
BUZ21	MN	TO220	B4B	100V	21A	150	75WO	2.1/4V	1µA	8Smin	0.085	1.3nF	240pF	IRF542	RFP18N10
BUZ22	MN	TO220	B4B	100V	34A	150	125WO	2.1/4V	1µA	10Smin	0.055	1.85nF	370pF	STP33N10	
BUZ23	MN	TO3	B1	100V	10A	150	78WO	2.1/4V	-	2700mSmin	0.2	1.4nF	300pF	IRF130	ZVN1210M
BUZ24	MN	TO3	B1	100V	32A	150	125WO	2.1/4V	1µA	10Smin	0.06	1.85nF	370pF	IRF150	2N6765
BUZ25	MN	TO3	B1	100V	32A	150	125WO	2.1/4V	-	6Smin	0.1	1.5nF	-	IRF540	RFM18N10
BUZ27	MN	TO238	B5	100V	26A	150	83WO	2.1/4V	-	6Smin	0.06	1.5nF	900pF	-	
BUZ30	MN	TO220	B4B	200V	7A	150	75WO	2.1/4V	-	2200mSmin	0.75	1.5nF	300pF	IRF620	ZVN1210L
BUZ31	MN	TO220	B4B	200V	13.5A	150	75WO	2.1/4V	1µA	5Smin	0.2	1.25nF	170pF	IRF642	ZVN1220L
BUZ32	MN	TO220	B4B	200V	9.5A	150	75WO	2.1/4V	1µA	3Smin	0.4	730pF	90pF	IRF630	VN2320N5
BUZ33	MN	TO3	B1	200V	7.2A	150	78WO	2.1/4V	-	2200mSmin	0.75	1.5nF	300pF	IRF220	VN2320N1
BUZ34	MN	TO3	B1	200V	17A	150	125WO	2.1/4V	-	5Smin	0.2	1.5nF	900pF	IRF242	ZVN1220M
BUZ35	MN	TO3	B1	200V	9.9A	150	78WO	2.1/4V	-	2200mSmin	0.4	1.5nF	300pF	IRF230	MTM12N20
BUZ36	MN	TO3	B1	200V	22A	150	125WO	2.1/4V	1µA	9Smin	0.12	2.7nF	240pF	IRF252	MTM40N20
BUZ37	MN	TO238	B5	200V	14A	150	83WO	2.1/4V	-	5Smin	0.2	1.5nF	900pF	-	
BUZ38	MN	TO238	B5	200V	18A	150	83WO	2.1/4V	-	5Smin	0.12	1.5nF	900pF	-	
BUZ40	MN	TO220	B4B	500V	2.5A	150	75WO	2.1/4V	-	1500mSmin	4.5	1.6nF	90pF	IRF822	ZVN0350L

*** Rodzaj: JN** – złączowy N, **MN** – mosfet N, **MND** – mosfet N zubożony, **MP** – mosfet P

 # P_{TOTmax}: O - przy temp. obud. +25°C, **P** - przy temp. powietrza +25°C, **R** - przy temp. powietrza +25°C, z radiatorem

$V_{GS(OFF)}$ Napięcie odcięcia (tranzystory z kanałem zubożanym)

$V_{GS(TH)}$ Napięcie progowe-otwierania (tranzystory z kanałem wzbogaconym)

I_{DSS} Prąd drennu przy zwarciu bramki ze źródłem (tranzystory z kanałem zubożanym)

$I_{D(ON)}$ Prąd dreru przy zwarciu bramki z drenem (tranzystory z kanałem wzbogaconym)

G_{FS} Transkonduktancja

$R_{DS(ON)max}$ Rezystancja w stanie otwarcia

C_{ISS} Maksymalna pojemność wejściowa (bramki)

C_{RSS} Maksymalna pojemność sprzężenia zwrotnego (dren-bramka)

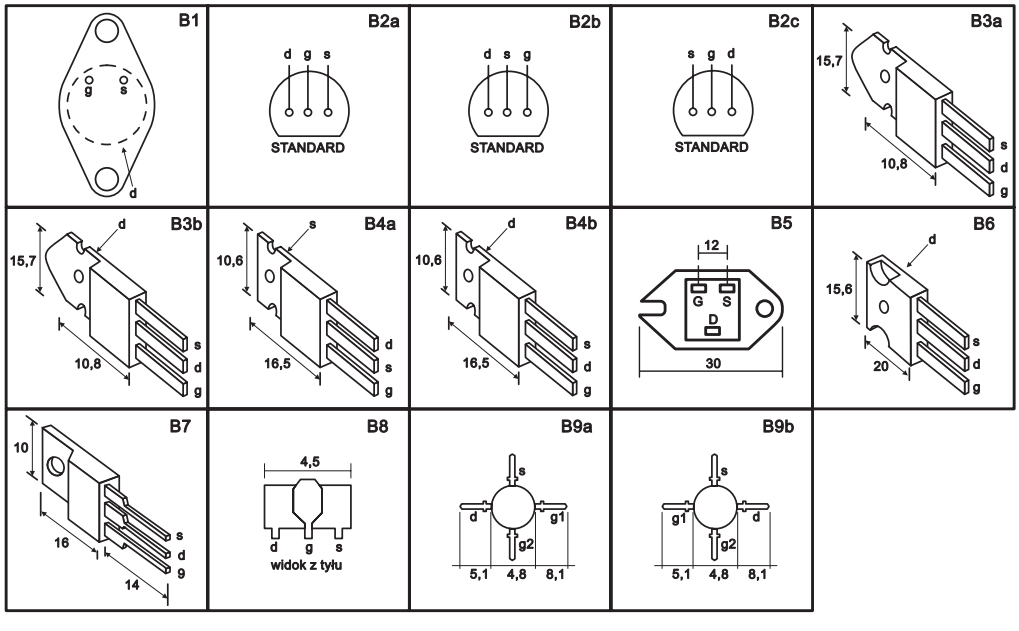
Katalog tranzystorów

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
BUZ41	MN	TO220	B4B	500V	5.5A	150	75WO	2.1/4V	-	1500mSmin	1.1	1.6nF	90pF	IRF842	
BUZ42	MN	TO220	B4B	500V	4A	150	75WO	2.1/4V	1µA	1.5Smin	2	900pF	40pF	IRF832	MTP4N50
BUZ43	MN	TO3	B1	500V	2.8A	150	78WO	2.1/4V	-	1500mSmin	4.5	1.6nF	90pF	IRF422	ZVN0350M
BUZ44	MN	TO3	B1	500V	5.6A	150	78WO	2.1/4V	-	1500mSmin	1.1	1.6nF	90pF	IRF422	ZVN0450M
BUZ45	MN	TO3	B1	500V	9.6A	150	125WO	2.1/4V	250µA	2.7min	0.6	4.9nF	170pF	IRF452	ZVN0455M
BUZ46	MN	TO3	B1	500V	4.2A	150	78WO	2.1/4V	-	1500Smin	2	1.6nF	90pF	IRF432	VN2350N1
BUZ47	MN	TO238	B5	500V	4.5A	150	50WO	2.1/4V	-	1500mSmin	1.1	1.6nF	90pF	IRF442	
BUZ48	MN	TO238	B5	500V	7.8A	150	83WO	2.1/4V	-	2700mSmin	0.6	3.5nF	200pF	IRF452	
BUZ50	MN	TO220	B4B	1000V	2.5A	150	75WO	2.1/4V	250µA	700mSmin	5	2.1nF	55pF	MTP3N100	
BUZ53	MN	TO3	B1	1000V	3A	150	78WO	2.1/4V	-	700Smin	3.5	1.6nF	90pF	MTM4N100	
BUZ54	MN	TO3	B1	1000V	5.1A	150	125WO	2.1/4V	1µA	1.4Smin	2	2.2nF	140pF	IRFAG50	SML1002RAN
BUZ57A	MN	TO238	B5	1000V	2.1A	150	50WO	2.1/4V	-	700mSmin	5	1.6nF	90pF	-	
BUZ58	MN	TO238	B5	1000V	4.3A	150	83WO	2.1/4V	-	1400mSmin	2	3.5nF	200pF	-	
BUZ60	MN	TO220	B4B	400V	5.5A	150	75WO	2.1/4V	1µA	2.5Smin	1	1.05nF	80pF	IRF730	MTP7N40
BUZ63	MN	TO3	B1	400V	5.9A	150	78WO	2.1/4V	-	1700mSmin	1	1.6nF	90pF	IRF330	MTM7N40
BUZ64	MN	TO3	B1	400V	11.5A	150	125WO	2.1/4V	1µA	5Smin	0.4	2.25nF	110pF	IRF352	MTM15N40
BUZ67	MN	TO238	B5	400V	9.6A	150	83WO	2.1/4V	-	3300mSmin	0.4	3.5nF	200pF	IRF352	
BUZ70	MN	TO220	B4B	60V	12A	150	40WO	2.1/4V	1µA	2Smin	0.15	480pF	90pF	MTP3055E	
BUZ71	MN	TO220	B4B	50V	18A	175	85WO	2.1/4V	250µA	5Smin	0.1	850pF	150pF	IRF541	RFP25N05
BUZ72	MN	TO220	B4B	100V	10A	150	40WO	2.1/4V	1µA	3Smin	0.2	730pF	140pF	IRF532	RFP12N10
BUZ73	MN	TO220	B4B	200V	7A	150	40WO	2.1/4V	250µA	2.2Smin	0.4	600pF	80pF	IRF630	MTP7N20
BUZ74	MN	TO220	B4B	500V	2.4A	150	40WO	2.1/4V	1µA	1.8Smin	3	675pF	30pF	IRF820	MTP3N50
BUZ76	MN	TO220	B4B	400V	3A	150	40WO	2.1/4V	1µA	2.1Smin	1.8	650pF	40pF	IRF720	
BUZ77A	MN	TO220	B4B	600V	2.7A	150	75WO	2.1/4V	1µA	1.5Smin	4	690pF	30pF	MTP3N60E	
BUZ78	MN	TO220	B4B	800V	1.5A	150	40WO	2.1/4V	250µA	1Smin	8	750pF	30pF	-	
BUZ80	MN	TO220	B4B	800V	2.6A	150	75WO	2.1/4V	250µA	1Smin	4	2.1nF	55pF	IRF830	
BUZ83	MN	TO3	B1	800V	2.9A	150	78WO	2.1/4V	-	1Smin	4	1.6nF	90pF	MTM4N85	SML802R8AN
BUZ84	MN	TO3	B1	800V	5.3A	150	125WO	2.1/4V	1µA	1.8Smin	2	2.5nF	150pF	MTM5N85	IRAE40
BUZ88	MN	TO238	B5	800V	4.3A	150	83WO	2.1/4V	-	1800mSmin	2	3.5nF	200pF	-	
BUZ90	MN	TO220	B4B	600V	4.5A	150	75WO	2.1/4V	1µA	2.5Smin	1.6	1.05nF	70pF	MTP6N60E	
BUZ92	MN	TO220	B4B	600V	3.2A	150	80WO	2.1/4V	1µA	2.1Smin	3	900pF	40pF	-	
BUZ94	MN	TO3	B1	600V	7.8A	150	75WO	2.1/4V	1µA	2.7Smin	0.9	2.1nF	100pF	MTP6N60E	SML6070AN
BUZ171	MP	TO220	B4B	50V	8A	150	40WO	2.1/4V	250µA	1.5Smin	0.3	1.3nF	200pF	MTP12P06	
BUZ172	MP	TO220	B4B	100V	5.5A	150	40WO	2.1/4V	250µA	1Smin	0.6	1.2nF	140pF	MTP8P10	
BUZ173	MP	TO220	B4B	200V	3.6A	150	40WO	2.1/4V	250µA	1.1Smin	1.5	1.15nF	60pF	-	
BUZ205	MN	TO220	B4B	400V	6A	150	75WO	2.1/4V	100µA	1.7Smin	1	1.2nF	75pF	FRD	
BUZ210	MN	TO3	B1	500V	10.5A	150	125WO	2.1/4V	250µA	2.7Smin	0.6	4.9nF	170pF	FRD	RFM10N50
BUZ211	MN	TO3	B1	500V	9A	150	125WO	2.1/4V	250µA	2.7Smin	0.8	4.9nF	170pF	FRD	RFM10N50
BUZ215	MN	TO220	B4B	500V	5A	150	75WO	2.1/4V	100µA	1.5Smin	1.5	1.2nF	70pF	FRD	SMP5N50F
BUZ230	MN	TO3	B1	1000V	5.5A	150	125WO	2.1/4V	250µA	1.4Smin	2	5nF	120pF	FRD	-
BUZ307	MN	TO218	B3A	800V	3A	150	75WO	2.1/4V	250µA	1Smin	3	2.1nF	55pF	STH4N80	
BUZ308	MN	TO218	B3A	800V	2.6A	150	75WO	2.1/4V	250µA	1Smin	4	2.1nF	55pF	STH4N80	
BUZ310	MN	TO218	B3A	1000V	2.5A	150	75WO	2.1/4V	250µA	700mSmin	8	2.1nF	55pF	STHV102	
BUZ311	MN	TO218	B3A	1000V	2.3A	150	75WO	2.1/4V	250µA	700mSmin	8	2.1nF	55pF	STHV102	
BUZ323	MN	TO218	B3A	400V	15A	150	170WO	2.1/4V	1µA	8Smin	0.3	3nF	180pF	IRFP350	
BUZ325	MN	TO218	B3A	400V	12.5A	150	125WO	2.1/4V	250µA	5Smin	0.35	1.75nF	150pF	MTW16N40E	IRFP350
BUZ326	MN	TO218	B3A	400V	10.5A	150	125WO	2.1/4V	250µA	5Smin	0.5	1.75nF	150pF	MTW10N40E	IRFP350
BUZ330	MN	TO218	B3B	500V	9.5A	150	125WO	2.1/4V	80µAmax	5Smin	0.6	1.8nF	120pF	MTW14N50E	IRFP440
BUZ331	MN	TO218	B3A	500V	8A	150	125WO	2.1/4V	250µA	5Smin	0.8	1.8nF	120pF	-	
BUZ332A	MN	TO218	B3A	600V	8A	150	150WO	2.1/4V	1µA	5Smin	0.8	2.1nF	100pF	STH12N60	
BUZ338	MN	TO218	B3A	500V	13.5A	150	180WO	2.1/4V	1µA	8Smin	0.4	3.325nF	180pF	IRFP450	STH15N50
BUZ339	MN	TO218	B3A	500V	11.5A	150	170WO	2.1/4V	1µA	8Smin	0.5	3nF	150pF	IRFP450	STH14N50
BUZ341	MN	TO218	B3A	200V	33A	150	170WO	2.1/4V	1µA	15Smin	0.07	3.9nF	350pF	STH33N20	
BUZ345	MN	TO218	B3A	100V	41A	150	150WO	2.1/4V	1µA	15Smin	0.045	2.7nF	400pF	STH55N10	
BUZ346	MN	TO218	B3A	50V	58A	150	170WO	2.1/4V	100nA	30Smin	0.018	4.3nF	750pF	STH80N05	
BUZ347	MN	TO218	B3A	50V	45A	150	125WO	2.1/4V	1µA	12Smin	0.03	2.4nF	450pF	IRFP151	MTW54N05E
BUZ349	MN	TO218	B3A	100V	32A	150	125WO	2.1/4V	1µA	10Smin	0.06	1.85nF	370pF	IRFP150	
BUZ350	MN	TO218	B3A	200V	22A	150	125WO	2.1/4V	1µA	9Smin	0.12	2.7nF	240pF	IRFP252	MTW32N20E
BUZ351	MN	TO218	B3A	400V	11.5A	150	125WO	2.1/4V	250µA	3.3Smin	0.4	4.9nF	200pF	IRFP352	RFH12N40
BUZ353	MN	TO218	B3B	500V	9.5A	150	150WO	2.1/4V	250µA	2.7Smin	0.6	2.2nF	170pF	IRFP452	RFH10N50
BUZ355	MN	TO218	B3B	800V	6A	150	125WO	2.1/4V	250µA	1.8Smin	1.5	5nF	140pF	STH8N80	
BUZ356	MN	TO218	B3A	800V	5A	150	125WO	2.1/4V	1µA	2.5Smin	2	2.7nF	150pF	STHV82	
BUZ357	MN	TO218	B3A	1000V	5A	150	125WO	2.1/4V	1µA	2.5Smin	2	2.5nF	140pF	STH6N100	
BUZ358	MN	TO218	B3A	1000V	4.5A	150	125WO	2.1/4V	1µA	2.5Smin	2.6	2.5nF	140pF	STH6N100	
BUZ380	MN	TO218	B3A	1000V	5.5A	150	125WO	2.1/4V	250µA	1.4Smin	2	5nF	120pF	FRD	
BUZ382	MN	TO218	B3A	400V	12.5A	150	125WO	2.1/4V	250µA	3.3Smin	0.4	4.9nF	200pF	FRD	IRFP352
BUZ384	MN	TO218	B3A	500V	10.5A	150	125WO	2.1/4V	250µA	2.7Smin	0.6	4.9nF	170pF	FRD	SMW14N50F
BUZ385	MN	TO218	B3A	500V	9A	150	125WO	2.1/4V	250µA	2.7Smin	0.8	4.9nF	170pF	FRD	SMW14N50F
BUZ900	MN	TO3	B1	160V	8A	150	125WO	0.15/1.5V	10mAmax	700mSmin	-	500pFtyp	10pFtyp	2SK135	
BUZ901	MN	TO3	B1	200V	8A	150	125WO	0.15/1.5V	10mAmax	700mSmin	-	500pFtyp	10pFtyp	2SK176	
BUZ905	MP	TO3	B1	160V	8A	150	125WO	0.15/1.5V	10mAmax	700mSmin	-	500pFtyp	10pFtyp	2SJ50	
BUZ906	MP	TO3	B1	200V	8A	125	125WO	0.15/1.5V	10mAmax	700mSmin	-	500pFtyp	10pFtyp	2SJ56	
IRF9Z10	MP	TO220	B4B	50V	4.7A	150	20WO	2/4V	250µAmax	1.7Smin	0.5	240pFtyp	30pFtyp	-	
IRF9Z12	MP	TO220	B4B	50V	4A	150	20WO	2/4V	250µAmax	1.7Smin	0.7	240pFtyp	30pFtyp	-	
IRF9Z30	MP	TO220	B4B	50V	18A	150	74WO	2/4V	250µAmax	3.1Smin	0.14	900pFtyp	140pFtyp	-	
IRF034	MN	TO3	B1	60V	30A	175	90WO	2/4V	250µA	9.3Smin	0.05	1.3nF	100pF	-	
IRF035	MN	TO3	B1	60V	25A	175	90WO	2/4V	250µA	9.3Smin	0.07	1.3nF	100pF	-	
IRF044	MN	TO3	B1	60V	30A	175	150WO	2/4V	250µA	15Smin	0.028	2.5nF	310pF	-	
IRF045	MN	TO3	B1	60V	30A	175	150WO	2/4V	250µA	15Smin	0.035	2.5nF	310pF	-	
IRF100	MN	TO3	B1	60V	6A	-	-	-	-	-	-	-	-	MTM12N06	
IRF120	MN	TO3	B1	100V	8A	150	40WO	2/4V	250µA	1500mSmin	0.3	600pF	100pF	ZVN1110M	MTM12N10
IRF121	MN	TO3	B1	60V	8A	150	40WO	2/4V	250µA	1500mSmin	0.3	600pF	100pF	ZVN1106M	MTM12N10
IRF122	MN	TO3	B1	100V	7A	150	40WO	2/4V	250µA	1500mSmin	0.4	600pF	100pF	ZVN1110M	MTM12N10
IRF123	MN	TO3	B1	60V	7A	150	40WO	2/4V	250µA	1500mSmin	0.4	600pF	100pF	ZVN1106M	MTM12N10
IRF130	MN	TO3	B1	100V	14A	150	75WO	2/4V	250µA	4Smin	0.18	800pF	150pF	ZVN1210M	MTM12N10
IRF131	MN	TO3	B1	60V	14A	150	75WO	2/4V	250µA	4Smin	0.18	800pF	150pF	ZVN1206M	MTM12N10
IRF132	MN	TO3	B1	100V	12A	150	75WO	2/4V	250µA	4Smin	0.25	800pF	150pF	ZVN1210M	MTM12N10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
IRF133	MN	TO3	B1	60V	12A	150	75WO	2/4V	250µA	4Smin	0.25	800pF	150pF	ZVN1206M	MTM12N10
IRF140	MN	TO3	B1	100V	27A	150	125WO	2/4V	250µA	6Smin	0.085	1.6nF	300pF	VN2310N1	MTM25N10
IRF141	MN	TO3	B1	60V	27A	150	125WO	2/4V	250µA	6Smin	0.085	1.6nF	300pF	VN2306N1	MTM25N10
IRF142	MN	TO3	B1	100V	24A	150	125WO	2/4V	250µA	6Smin	0.11	1.6nF	300pF	VN2310N1	MTM25N10
IRF143	MN	TO3	B1	60V	24A	150	125WO	2/4V	250µA	6Smin	0.011	1.6nF	300pF	VN2306N1	MTM25N10
IRF150	MN	TO3	B1	100V	40A	150	150WO	2/4V	-	9Smin	0.055	3nF	500pF	VN2310N1	MTM55N10
IRF151	MN	TO3	B1	60V	40A	150	150WO	2/4V	-	9Smin	0.055	3nF	500pF	VN2306N1	MTM55N10
IRF152	MN	TO3	B1	100V	33A	150	150WO	2/4V	-	9Smin	0.08	3nF	500pF	VN2310N1	MTM55N10
IRF220	MN	TO3	B1	200V	5A	150	40WO	2/4V	-	1300mSmin	0.8	600pF	80pF	ZVN1120M	MTM8N20
IRF225	MN	TO3	B1	250V	3.3A	175	40WO	2/4V	250µA	1400mSmin	1.5	340pFtyp	32pFtyp	-	
IRF230	MN	TO3	B1	200V	9A	150	75WO	2/4V	-	3Smin	0.4	800pF	150pF	ZVN1220M	MTM8N20
IRF232	MN	TO3	B1	200V	8A	150	75WO	2/4V	-	3Smin	0.6	800pF	150pF	ZVN1220M	MTM8N20
IRF235	MN	TO3	B1	250V	6.5A	175	75WO	2/4V	250µA	2.9Smin	0.68	600pF	52pF	-	
IRF240	MN	TO3	B1	200V	18A	150	125WO	2/4V	-	6Smin	0.18	1.6nF	300pF	VN0420N1	MTM15N20
IRF242	MN	TO3	B1	200V	16A	150	125WO	2/4V	-	6Smin	0.22	1.6nF	300pF	VN0420N1	MTM15N20
IRF243	MN	TO3	B1	150V	16A	150	125WO	2/4V	-	6Smin	0.22	1.6nF	300pF	VN2315N1	MTM15N20
IRF245	MN	TO3	B1	250V	13A	175	125WO	2/4V	250µA	6.7Smin	0.34	1.3nFtyp	69pFtyp	-	
IRF250	MN	TO3	B1	200V	30A	150	150WO	2/4V	-	8Smin	0.085	3nF	500pF	VN2320N1	MTM40N20
IRF251	MN	TO3	B1	150V	30A	150	150WO	2/4V	-	8Smin	0.085	3nF	500pF	VN2315N1	MTM40N20
IRF252	MN	TO3	B1	200V	25A	150	150WO	2/4V	-	8Smin	0.12	3nF	500pF	VN2320N1	MTM40N20
IRF254	MN	TO3	B1	250V	22A	175	150WO	2/4V	250µA	11Smin	0.14	2.7nFtyp	130pFtyp	-	
IRF256	MN	TO3	B1	275V	22A	150	150WO	2/4V	250µA	11Smin	0.14	2.7nFtyp	130pFtyp	-	
IRF300	MN	TO3	B1	400V	5A	150	75WO	2/4V	-	2Smin	1.5	1.2nF	80pF	MTM5N40	
IRF305	MN	TO3	B1	400V	5A	150	75WO	2/4V	-	2Smin	1.5	1.2nF	80pF	MTM5N40	
IRF321	MN	TO3	B1	350V	3A	150	40WO	2/4V	-	1Smin	1.8	600pF	40pF	ZVN0355M	MTM5N40
IRF330	MN	TO3	B1	400V	5.5A	150	75WO	2/4V	-	3Smin	1	900pF	80pF	ZVN0340M	MTM5N40
IRF331	MN	TO3	B1	350V	5.5A	150	75WO	2/4V	-	3Smin	1	900pF	80pF	ZVN0355M	MTM5N40
IRF332	MN	TO3	B1	400V	4.5A	150	75WO	2/4V	-	3Smin	1	900pF	80pF	ZVN0340M	MTM5N40
IRF340	MN	TO3	B1	400V	10A	150	125WO	2/4V	-	4Smin	0.55	1.25nF	150pF	VN2340N1	SML4065AN
IRF341	MN	TO3	B1	350V	10A	150	125WO	2/4V	-	4Smin	0.55	1.25nF	150pF	VN2335N1	SML3565AN
IRF342	MN	TO3	B1	400V	8A	150	125WO	2/4V	-	4Smin	0.8	1.25nF	150pF	VN2340N1	SML4080AN
IRF350	MN	TO3	B1	400V	15A	150	125WO	2/4V	-	8Smin	0.3	3nF	200pF	VN0440N1	MTM14N50E
IRF351	MN	TO3	B1	350V	15A	150	150WO	2/4V	-	8Smin	0.3	3nF	200pF	VN0435N1	MTM14N50E
IRF352	MN	TO3	B1	400V	13A	150	150WO	2/4V	-	8Smin	0.4	3nF	200pF	VN0435N1	MTM14N50E
IRF360	MN	TO3	B1	400V	25A	175	300WO	2/4V	250µA	14Smin	0.2	4nFtyp	97pFtyp	SML4020AN	
IRF362	MN	TO3	B1	400V	22A	175	300WO	2/4V	250µA	14Smin	0.25	4nFtyp	97pFtyp	SML4025AN	
IRF421	MN	TO3	B1	450V	2.5A	150	40WO	2/4V	-	1Smin	3	400pF	40pF	ZVN0345M	MTM2N50
IRF430	MN	TO3	B1	500V	4.5A	150	75WO	2/4V	-	2500mSmin	1.5	800pF	60pF	ZVN0350M	
IRF432	MN	TO3	B1	500V	4A	150	75WO	2/4V	-	2500mSmin	2	800pF	60pF	ZVN0350M	
IRF433	MN	TO3	B1	450V	4A	150	75WO	2/4V	-	2500mSmin	2	800pF	60pF	ZVN0345M	
IRF440	MN	TO3	B1	500V	8A	150	125WO	2/4V	-	4Smin	0.85	1.6nF	150pF	VN2350N1	MTM7N50
IRF441	MN	TO3	B1	450V	8A	150	125WO	2/4V	-	4Smin	0.85	1.6nF	150pF	VN2345N1	MTM7N50
IRF448	MN	TO3	B1	500V	9.6A	175	130WO	2/4V	250µA	6.3Smin	0.6	1.8nF	45pF	-	
IRF450	MN	TO3	B1	500V	13A	150	150WO	2/4V	-	6Smin	0.4	3nF	200pF	VN0450N1	MTM13N50E
IRF451	MN	TO3	B1	450V	13A	150	150WO	2/4V	-	6Smin	0.4	3nF	200pF	VN0445N1	MTM13N50E
IRF453	MN	TO3	B1	450V	12A	150	150WO	2/4V	-	6Smin	0.5	3nF	200pF	VN0445N1	MTM13N50E
IRF460	MN	TO3	B1	500V	21A	175	300WO	2/4V	250µA	13Smin	0.27	4.1nFtyp	84pFtyp	SML5025AN	
IRF462	MN	TO3	B1	500V	19A	175	300WO	2/4V	250µA	13Smin	0.35	4.1nFtyp	84pFtyp	SML5030AN	
IRF510	MN	TO220	B4B	100V	4A	150	20WO	2/4V	-	1Smin	0.6	150pF	25pF	ZVN1110L	MTP6N10
IRF512	MN	TO220	B4B	100V	3.5A	150	20WO	2/4V	-	1Smin	0.8	150pF	25pF	ZVN1110L	MTP6N10
IRF513	MN	TO220	B4B	60V	3.5A	150	20WO	2/4V	-	1Smin	0.8	150pF	25pF	ZVN1106L	MTP6N10
IRF520	MN	TO220	B4B	100V	8A	150	40WO	2/4V	-	1500mSmin	0.3	600pF	100pF	ZVN1110L	
IRF521	MN	TO220	B4B	60V	8A	150	40WO	2/4V	-	1500mSmin	0.3	600pF	100pF	ZVN1106L	MTP10N10E
IRF522	MN	TO220	B4B	100V	7A	150	40WO	2/4V	-	1500mSmin	0.4	600pF	100pF	ZVN1110L	MTP10N10E
IRF523	MN	TO220	B4B	60V	7A	150	40WO	2/4V	-	1500mSmin	0.4	600pF	100pF	ZVN1106L	MTP10N10E
IRF530	MN	TO220	B4B	100V	14A	150	75WO	2/4V	-	4Smin	0.18	800pF	150pF	ZVN1210L	MTP12N10E
IRF531	MN	TO220	B4B	60V	14A	150	75WO	2/4V	-	4Smin	0.18	800pF	150pF	ZVN1206L	MTP12N10E
IRF532	MN	TO220	B4B	100V	12A	150	75WO	2/4V	-	4Smin	0.25	800pF	150pF	ZVN1210L	MTP12N10E
IRF533	MN	TO220	B4B	60V	12A	150	75WO	2/4V	-	4Smin	0.25	800pF	150pF	ZVN1206L	MTP12N10E
IRF540	MN	TO220	B4B	100V	27A	150	125WO	2/4V	-	6Smin	0.085	1.6nF	300pF	VN2310N5	MTP33N10E
IRF541	MN	TO220	B4B	60V	27A	150	125WO	2/4V	-	6Smin	0.085	1.6nF	300pF	VN2306N5	MTP33N10E
IRF542	MN	TO220	B4B	100V	24A	150	125WO	2/4V	-	6Smin	0.11	1.6nF	300pF	VN2310N5	MTP33N10E
IRF610	MN	TO220	B4B	200V	2.5A	150	20WO	2/4V	-	800mSmin	1.5	150pF	25pF	ZVN1120L	MTP5N20
IRF611	MN	TO220	B4B	150V	2.5A	150	20WO	2/4V	-	800mSmin	1.5	150pF	25pF	ZVN1114L	MTP5N20
IRF612	MN	TO220	B4B	200V	2A	150	20WO	2/4V	-	800mSmin	2.4	150pF	25pF	ZVN1120L	MTP5N20
IRF614	MN	TO220	B4B	250V	2A	150	20WO	2/4V	250µAmax	800mSmin	2	180pFtyp	14pFtyp	-	
IRF620	MN	TO220	B4B	200V	5A	150	40WO	2/4V	-	1300mSmin	0.8	600pF	80pF	ZVN1120L	MTP5N20
IRF621	MN	TO220	B4B	150V	5A	150	40WO	2/4V	-	1300mSmin	0.8	600pF	80pF	ZVN1114L	MTP5N20
IRF622	MN	TO220	B4B	200V	4A	150	40WO	2/4V	-	1300mSmin	1.2	600pF	80pF	ZVN1120L	MTP5N20
IRF626	MN	TO220	B4B	275V	3.8A	150	40WO	2/4V	250µAmax	1.4Smin	1.1	340pFtyp	32pFtyp	-	
IRF630	MN	TO220	B4B	200V	9A	150	75WO	2/4V	-	3Smin	0.4	800pF	150pF	ZVN1220L	MTP8N20
IRF631	MN	TO220	B4B	150V	9A	150	75WO	2/4V	-	3Smin	6.4	800pF	150pF	ZVN1214L	MTP8N20
IRF632	MN	TO220	B4B	200V	8A	150	75WO	2/4V	-	3Smin	0.6	800pF	150pF	ZVN1220L	MTP8M20
IRF634	MN	TO220	B4B	250V	8.1A	150	150WO	2/4V	250µAmax	2.9Smin	0.45	600pFtyp	52pFtyp	-	
IRF636	MN	TO220	B4B	275V	8.1A	150	75WO	2/4V	250µA	2.9Smin	0.45	600pFtyp	52pFtyp	-	
IRF640	MN	TO220	B4B	200V	18A	150	125WO	2/4V	-	6Smin	0.18	1.6nF	300pF	VN320N5	
IRF641	MN	TO220	B4B	150V	18A	150	125WO	2/4V	-	6Smin	0.18	1.6nF	300pF	VN2315N5	MTP20N20E
IRF642	MN	TO220	B4B	200V	16A	150	125WO	2/4V	-	6Smin	0.22	1.6nF	300pF	VN2320N5	MTP20N20E
IRF643	MN	TO220	B4B	150V	16A	150	125WO	2/4V	-	6Smin	0.22	1.6nF	300pF	VN2315N5	MTP20N20E
IRF645	MN	TO220	B4B	250V	13A	150	125WO	2/4V	250µAmax	6.7Smin	0.34	1.3nFtyp	69pFtyp	-	
IRF647	MN	TO220	B4B	250V	13A	150	125WO	2/4V	250µAmax	6.7Smin	0.34	1.3nFtyp	69pFtyp	-	
IRF710	MN	TO220	B4B	400V	1.5A	150	20WO	2/4V	-	500mSmin	3.6	150pF	15pF	ZVN0340L	MTP4N40E
IRF712	MN	TO220	B4B	400V	1.3A	150	20WO	2/4V	-	500mSmin	5	150pF	15pF	ZVN0340L	MTP4N40E
IRF713	MN	TO220	B4B	350V	1.3A	150	20WO	2/4V	-	500mSmin	5	150pF	15pF	ZVN0335L	MTP4N40E
IRF720	MN	TO220	B4B	400V	3A	150	40WO	2/4V	-	1Smin	1.8	600pF	40pF	ZVN0340L	MTP4N40E
IRF721	MN	TO220	B4B	350V	3A	150	20WO	2/4V	-	1Smin	1.8	600pF	40pF	ZVN0335L	MTP4N40E
IRF723	MN	TO220	B4B	350V	2.5A	150	40WO	2/4V	-	1Smin	2.5	600pF	40pF	ZVN0335L	MTP4N40E

Katalog tranzystorów

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
IRF730	MN	TO220	B4B	400V	5.5A	150	75WO	2/4V	-	3Smin	1	800pF	80pF	ZVN0340L	MTP5N40E
IRF731	MN	TO220	B4B	350V	5.5A	150	75WO	2/4V	-	3Smin	1	800pF	80pF	ZVN0335L	MTP5N40E
IRF732	MN	TO220	B4B	400V	4.5A	150	75WO	2/4V	-	3Smin	1.5	800pF	80pF	ZVN0340L	MTP5N40E
IRF733	MN	TO220	B4B	350V	4.5A	150	75WO	2/4V	-	3Smin	1.5	800pF	80pF	ZVN0335L	MTP5N40E
IRF740	MN	TO220	B4B	400V	10A	150	125WO	2/4V	-	4Smin	0.55	1.6nF	150pF	VN2340N5	MTP10E40E
IRF741	MN	TO220	B4B	350V	10A	150	125WO	2/4V	-	4Smin	0.55	1.6nF	150pF	VN2335N5	MTP10E40E
IRF742	MN	TO220	B4B	400V	8A	150	125WO	2/4V	-	4Smin	0.8	1.6nF	150pF	VN2340N5	MTP10N40E
IRF743	MN	TO220	B4B	350V	8A	150	125WO	2/4V	-	4Smin	0.8	1.6nF	150pF	VN2335N5	MTP10E40E
IRF820	MN	TO220	B4B	500V	2.5A	150	40WO	2/4V	-	1Smin	3	400pF	40pF	ZVN0350L	MTP3N50
IRF821	MN	TO220	B4B	450V	2.5A	150	40WO	2/4V	-	1Smin	3	400pF	40pF	ZVN0345L	MTP3N50
IRF822	MN	TO220	B4B	500V	2A	150	40WO	2/4V	-	1Smin	4	400pF	40pF	ZVN0350L	MTP3N50
IRF823	MN	TO220	B4B	450V	2A	150	40WO	2/4V	-	1Smin	4	400pF	40pF	ZVN0345L	MTP3N50
IRF830	MN	TO220	B4B	500V	4.5A	150	75WO	2/4V	-	2500mSmin	1.5	800pF	60pF	ZVN0350L	MTP3N50
IRF831	MN	TO220	B4B	450V	4.5A	150	75WO	2/4V	-	2500mSmin	1.5	800pF	60pF	ZVN0345L	MTP3N50
IRF832	MN	TO220	B4B	500V	4A	150	75WO	2/4V	-	2500mSmin	2	800pF	60pF	ZVN0350L	MTP3N50
IRF840	MN	TO220	B4B	500V	8A	150	125WO	2/4V	-	4Smin	0.85	1.6nF	150pF	VN2350N5	MTP8N50
IRF841	MN	TO220	B4B	450V	8A	150	125WO	2/4V	-	4Smin	0.85	1.6nF	150pF	VN2345N5	MTP8N50
IRF842	MN	TO220	B4B	500V	7A	150	125WO	2/4V	-	4Smin	1.1	1.6nF	150pF	VN2350N5	MTP8N50
IRF843	MN	TO220	B4B	450V	7A	150	125WO	2/4V	-	4Smin	1.1	1.6nF	150pF	VN2345N5	MTP8N50
IRF9130	MP	TO3	B1	100V	12A	150	75WO	2/4V	-	2Smin	0.3	700pF	200pF	ZVP1210M	RFM12P10
IRF9131	MP	TO3	B1	60V	12A	150	75WO	2/4V	-	2Smin	0.3	700pF	200pF	ZVP1206M	RFM12P08
IRF9132	MP	TO3	B1	100V	10A	150	75WO	2/4V	-	2Smin	0.4	700pF	200pF	ZVP1210M	RFM8P10
IRF9133	MP	TO3	B1	60V	10A	150	75WO	2/4V	-	2Smin	0.4	700pF	200pF	ZVP1206M	RFM8P8
IRF9150	MP	TO3	B1	100V	25A	150	150WO	2/4V	250µA	4Smin	0.15	2.4nFtyp	400pFtyp	-	
IRF9230	MP	TO3	B1	200V	6.5A	150	75WO	2/4V	-	2200mSmin	0.8	650pFtyp	90pFtyp	VN1220N1	
IRF9232	MP	TO3	B1	200V	5.5A	150	75WO	2/4V	-	2200mSmin	1.2	650pFtyp	90pFtyp	VN1220N1	
IRF9240	MP	TO3	B1	200V	11A	150	125WO	2/4V	250µA	4Smin	0.5	1.3nF	250pF	SMM11P20	
IRF9243	MP	TO3	B1	150V	9A	150	125WO	2/4V	250µA	4Smin	0.7	1.3nF	250pF	SMM9P20	
IRF9510	MP	TO220	B4B	100V	3A	150	20WO	2/4V	250µAmax	800mSmin	1.2	250pF	35pF	RFP5P12	SMP3P10
IRF9513	MP	TO220	B4B	60V	2.5A	150	20WO	2/4V	250µAmax	800mSmin	1.6	250pF	35pF	RFD5P12	SMP3P06
IRF9520	MP	TO220	B4B	100V	6A	150	40WO	2/4V	-	900mSmin	0.6	450pF	100pF	ZVP1110L	RFP6P10
IRF9523	MP	TO220	B4B	60V	5A	150	40WO	2/4V	-	900mSmin	0.8	450pF	100pF	ZVN1116L	RFP6P08
IRF9530	MP	TO220	B4B	100V	12A	150	75WO	2/4V	-	2Smin	0.3	700pF	200pF	ZVN1210L	RFP12P10
IRF9540	MP	TO220	B4B	100V	19A	150	125WO	2/4V	250µAmax	5Smin	0.2	1.3nF	400pF	SMP20P10	
IRF9542	MP	TO220	B4B	100V	15A	150	125WO	2/4V	250µAmax	5Smin	0.3	1.3nF	400pF	SMP20P10	RFP12P10
IRF9543	MP	TO220	B4B	60V	15A	150	125WO	2/4V	250µAmax	5Smin	0.3	1.3nF	400pF	SMP20P10	RFP12P8
IRF9610	MP	TO3	B1	200V	1.75A	150	20WO	2/4V	-	900mSmin	3	300pF	35pF	SMP2P20	VN1120N5
IRF9613	MP	TO3	B1	150V	1.5A	150	20WO	2/4V	-	900mSmin	4	300pF	35pF	VN1115N5	RFP5P15
IRF9620	MP	TO220	B4B	200V	3.5A	150	40WO	2/4V	-	1Smin	1.5	400pF	45pF	VN1220N5	
IRF9630	MP	TO220	B4B	200V	6.5A	150	75WO	2/4V	-	2200mSmin	0.8	650pF	90pF	-	
IRF9633	MP	TO220	B4B	150V	5.5A	150	75WO	2/4V	-	2200mSmin	1.2	650pF	90pF	RFP12P08	
IRF9640	MP	TO220	B4B	200V	11A	150	125WO	2/4V	250µAmax	4Smin	0.5	1.3nF	250pF	SMP11P20	



Bufor symetryzujący dla wzmacniaczy mostkowych

Do czego to służy?

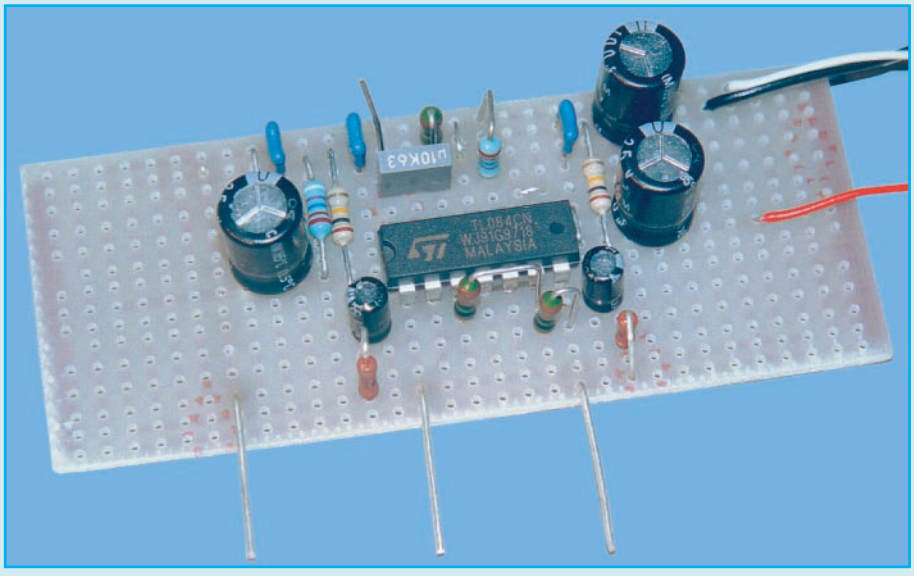
Wielu Czytelników EdW bezustannie dopomina się o opisy wzmacniaczy audio o jak największej mocy. W EdW przedstawiliśmy już kilka wzmacniaczy o mocach do 100W. Jeszcze większe moce wyjściowe można uzyskać w stosunkowo prosty sposób, stosując wzmacniacz mostkowy. Obecnie wiele wzmacniaczy mocy audio realizowanych jest w układzie mostkowym (angielski skrót BTL). Dotyczy to przede wszystkim wzmacniaczy samochodowych, zasilanych napięciem z instalacji elektrycznej wynoszącym (przy pracującym silniku) około 14,4V.

Wzmacniacz mostkowy to w istocie dwa wzmacniacze, a głośnik dołączony jest między wyjścia tych wzmacniaczy. Zastosowanie układu mostkowego umożliwia uzyskanie na głośniku napięć dwukrotnie większych, niż w przypadku wzmacniacza pojedynczego. A jeśli napięcie jest dwukrotnie większe, to moc jest czterokrotnie większa (na tej samej oporności obciążenia). Wzmacniacz mostkowy ma też szereg innych zalet, na przykład brak kondensatorów na wyjściu nawet przy zasilaniu napięciem pojedynczym, czy rozłożenie całkowitej mocy strat na dwa wzmacniacze.

Samochodowe wzmacniacze mostkowe produkowane w postaci układów scalonych mają wszystkie niezbędne obwody wewnątrz układu scalonego i wymagają dołączenia tylko kilku kondensatorów. Wzmacniacze samochodowe nie pozwalają jednak uzyskać dużych mocy, ponieważ ich napięcie zasilania nie może przekroczyć 18V.

Nie wszyscy Czytelnicy EdW wiedzą, że wzmacniacz mostkowy można zbudować samodzielnie, wykorzystując dwa jakiekolwiek jednakowe wzmacniacze. Warunkiem poprawnej pracy każdego układu mostkowego jest występowanie na wyjściach obu wzmacniaczy sygnałów o tej samej amplitudzie, ale przeciwnej fazie (jeśli napięcie wyjściowe jednego wzmacniacza w danej chwili rośnie, to napięcie drugiego musi maleć).

Na wejściu niezbędny jest więc dodatkowy układ, który z jednego sygnału wejściowego wytworzy dwa: mające taki sam kształt, ale przeciwna fazę, czyli sygnały symetryczne, potocznie mówiąc - „wzajemnie odwrócone". Ilustruje to rysunek 1



Prezentowany właśnie prosty moduł pełni funkcje takiego układu symetryzującego.

Moduł taki umożliwi budowę wzmacniacza mostkowego z dwóch jakichkolwiek jednakowych wzmacniaczy mocy.

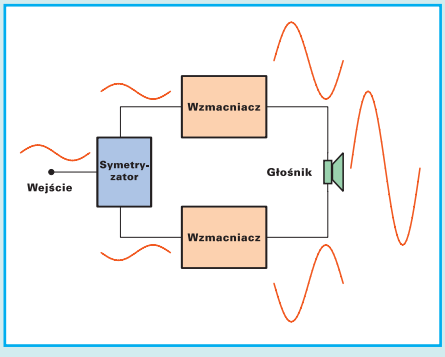
Prezentowany układ powstał właśnie do takiego celu. Autorzy chcieli przeprowadzić próby wykorzystania wzmacniaczy LM3886 i TDA7294 do wysterowania wysokonapięciowych kolumn, fabrycznie dostosowanych do linii wysokonapięciowej 100-woltowej bez stosowania transformatorów podwyższających napięcie.

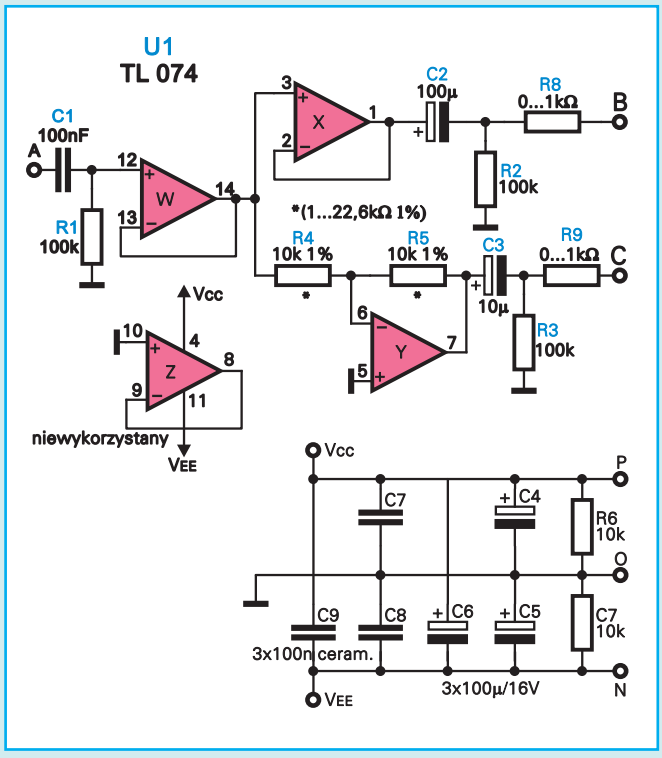
Opisany dalej układ może też pełnić inną pożyteczną rolę. W niektórych przypadkach trzeba przesłać sygnał audio przewodem na znaczną odległość, rzędu stu metrów lub więcej. Chodzi o sygnał napięciowy, przeznaczony na przykład dla oddalonego miksera lub magnetofonu, a nie o sygnał do oddalonych głośników. Przesyłanie stosunkowo niewielkiego sygnału (około 1V) na znaczną odległość wiąże się z ryzykiem „złapania" po drodze zakłóceń. Aby zminimalizować ich wpływ, do tego typu połączenia należy użyć linii symetrycznej, a nie pojedynczego przewodu w ekranie. Właśnie dwuprzewodowa linia symetryczna w postaci skrętki (telefonicznej, niekoniecznie ekranowanej) może zapewnić lepszą transmisję niż ekranowany pojedynczy kabel. (Oczywiście ekranowanie nie zaszkodzi i najlepiej użyć do takich celów kabla mikrofonowego, który ma ekran i wewnątrz dwie żyły właśnie w postaci skrętki.) Prezentowany właśnie moduł będzie wtedy służył jako symetryczny nadajnik, a w roli odbiornika z powodzeniem można zastosować „Moduł z wejściem symetrycznym", opisany w EdW 8/97 na stronie 64, z dodatkowymi kondensatorami separującymi (220nF...470nF...1µF) na wejściach. Ekran kabla należy połączyć z masą odbiornika i sprawdzić, czy celowe jest jego połączenie z masą nadajnika.

Jak to działa?

Schemat ideowy modułu symetryzatora pokazano na rysunku 2. Układ może być zasilany napięciem symetrycznym albo pojedynczym. Zależnie od tego trzeba zamontować odpowiednie elementy w obwodzie zasilania. Szczegółowe wskazówki będą podane dalej. Przy zasilaniu napięciem pojedynczym masą będzie minus zasilania (punkt N), przy zasilaniu sy-

Rys. 1. Koncepcja wzmacniacza mostkowego





Rys. 2. Schemat ideowy modułu

metrycznym - punkt środkowy oznaczony O.

Sygnał wejściowy podawany jest na bufor nieodwracający W, którego oporność wejściowa jest wyznaczana przez rezystor R1. Jeśli zachodziłaby konieczność wzmocnienia sygnału, można zastosować dwa dodatkowe oporniki i przekształcić bufor we wzmacniacz nieodwracający.

Sygnał z wyjścia bufora podawany jest na dwa kolejne wzmacniacze operacyjne, z których jeden (X) także jest buforem o wzmocnieniu 1, a drugi (Y) wzmacniaczem odwracającym o wzmocnieniu -1. Aby uzyskać wzmocnienie dokładnie równe -1, wartości rezystorów R4, R5 powinny być jednakowe.

Na wyjściach tych dwóch wzmacniaczy wystąpią więc przebiegi „odwrócone", czyli sygnał symetryczny.

Rezystory R8, R9 w większości wypadków nie będą potrzebne i sygnał będzie pobierany wprost z wyjść wzmacniaczy. Przewidziano je jako ewentualne rezystory chroniące wyjście wzmacniaczy (same wzmacniacze maja stopnie wyjściowe odporne na zwarcie), bądź chroniące dołączony wzmacniacz mocy przed samowzbudzeniem (niektóre scalone wzmacniacze mocy są kapryśne i lubią się wzbudzać bez takiego rezystora o wartości 47...200Ω).

Kondensatory separujące C2, C3 i rezystory R2 i R3 są potrzebne tylko przy zasilaniu napięciem pojedynczym.

W układzie wykorzystano trzy spośród dostępnych czterech wzmacniaczy operacyjnych. Ten czwarty wzmacniacz Z można dowolnie wykorzystać do innych celów. Możliwe jest także zastosowanie podwójnej kostki TL072 (TL082) zamiast poczwórnej TL074. Wtedy pomija się drugi bufor nieodwracający X, wykorzystuje tylko wzmacniacze oznaczone W i Y, a sygnały wyjściowe pobiera z ich wyjść. W proponowanym module zastosowano drugi bufor (X) aby oba sygnały wyjściowe były możliwie do siebie podobne, także ze względu na opóźnienia między nimi (co jest istotne przy najwyższych częstotliwościach i pojemnościowym obciążeniu), oraz by uniezależnić się od obciążenia, które może mieć charakter pojemnościowy.

Montaż i uruchomienie

Ponieważ układ jest w sumie bardzo prosty, można go zmontować na kawałku uniwersalnej płytki drukowanej, podobnie jak w przypadku modelu pokazanego na fotografii. W przypadku tego drobnego projektu nie zaprojektowano płytki drukowanej, ponieważ wielu chętnych do budowy wzmacniacza symetrycznego i tak będzie projektować własną płytkę wzmacniacza, na której umieszczą też opisywany właśnie symetryzator.

Nawet bez specjalnej płytki montaż nie powinien sprawić trudności. Podane na rysunku 2 numery wyprowadzeń wzmacniaczy dotyczą przedstawionego modelu - oczywiście poszczególne wzmacniacze mogą pełnić inną rolę.

O ile sam montaż nie sprawi kłopotów, o tyle należy starannie rozważyć sprawę jego zasilania.

Moduł wcale nie musi być zasilany napięciem stabilizowanym, można do tego wykorzystać napięcia zasilające wzmacniacz. W wielu wypadkach napięcie to będzie znacznie większe niż dopuszczalne napięcie zasilania kostki TL074, wynoszące ±18V czyli 36V. W takim przypadku trzeba zastosować obwód redukcji napięcia zasilania z wykorzystaniem szeregowego rezystora i diody Zenera (w przypadku zasilania napięciem symetrycznym potrzebne są dwa takie obwody - patrz EdW 8/97 str. 65).

Stopień trudności tego bardzo prostego układu został oznaczony dwoma gwiazdkami. Zbudowanie samego układu jest bardzo proste i zasługiwałoby na jedną gwiazdkę. Jednak układ nie będzie wykorzystywany samodzielnie, tylko albo do budowy wzmacniacza mostkowego, albo jako symetryczny nadajnik, i wtedy mogą wystąpić dodatkowe utrudnienia. Przykładowo w sytuacji, gdy całkowite napięcie zasilające byłoby większe niż wspomniane 36V, należy we własnym zakresie dodać obwód redukcji napięcia z diodą Zenera i obliczyć wartość potrzebnych rezystorów ograniczających, by prąd diod(y) Zenera wynosił około 5...10mA. Można też zastosować małe stabilizatorki, np.: 78L15 i 79L15 przy zasilaniu symetrycznym i 78L15...78L24 przy niesymetrycznym (pamiętając, że ich maksymalne napięcie wejściowe wynosi 35V).

W przypadku, gdy moduł będzie zasilany napięciem symetrycznym ±5V...±18V), nie należy montować rezystorów R6, R7 oraz kondensatorów C6 i C9. Niepotrzebne będą także kondensatory separujące C2, C3 i rezystory R2 i R3 - sygnał należy pobierać albo bezpośrednio z wyjść wzmacniaczy operacyjnych, albo ewentualnie zastosować rezystory szeregowe R8, R9.

Przy zasilaniu napięciem pojedynczym (9...36V) rezystory R6, R7 są konieczne, nie należy natomiast montować C4 i C7. W każdym przypadku w obwodzie zasilania będą montowane po dwa kondensatory elektrolityczne 100µF i dwa ceramiczne 100nF. Uwaga! Napięcia pracy kondensatorów elektrolitycznych muszą być dostosowane do napięcia zasilania.

Jak podano na schemacie ideowym, rezystory R4 i R5 powinny mieć jednakowe wartości. W zasadzie należałoby tu zastosować stabilne rezystory metalizowane o tolerancji 1%. Przy wykorzystaniu modułu do sterowania dwoma wzmacniaczami w układzie mostkowym nie jest to wcale konieczne. Należy się bowiem spodziewać, że oba wzmacniacze nie będą mieć idealnie takiego samego wzmocnienia, choćby ze względu na

Wykaz elementów:

Rezystory
R1-R3: 100kΩ (68...470kΩ)
R4,R5: 10kΩ 1% (1...22,6kΩ 1%)
R6,R7: 10kΩ (4,7...22kΩ)
R8,R9: 1kΩ (0...1kΩ)

Kondensatory
C1: 100nF
C2,C3: 10µF/16V
C4-C6: 100µF/16...25V
C7-C9: 100nF ceramiczny

Półprzewodniki
U1: TL074 (TL084)

zastosowanie w nich typowych rezystorów o tolerancji 5%. Nie ma więc przekonywującego powodu, dla którego symetryzatora miałby być znacznie bardziej precyzyjny. W roli R4, R5 można więc zastosować dwa jakiekolwiek rezystory (nawet węglowe) o tolerancji 5%. Oczywiście nie zaszkodzi, gdy te rezystory będą lepsze (jednoprocentowe metalizowane lub dobrane cyfrowym woltomierzem).

Tylko w przypadku, gdy moduł byłby wykorzystywany jako symetryczny nadajnik do przesyłania sygnału napięciowego na dużą odległość, rezystory R4, R5 powinny być rezystorami metalizowanymi o tolerancji 1%, a do tego jeszcze dobranymi omomierzem, by ich względna tolerancja była znacznie lepsza niż 0,1%. Taka precyzja nadajnika (a także odbiornika) spowoduje, że cały tor przesyłowy będzie znacznie bardziej odporny na wpływ sygnałów zakłócających.

Jak wspomniano, rezystory R8, R9 nie są konieczne i w typowych zastosowaniach nie trzeba ich montować.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchamiania i będzie od razu pracował poprawnie. Praktyka pokazuje, że najczęstszą przyczyną trudności są pomyłki podczas montażu. Dotyczy to zwłaszcza układów montowanych na płytkach uniwersalnych. Dlatego przed pierwszym włączeniem napięcia należy starannie sprawdzić zgodność montażu ze schematem ideowym.

Uwagi końcowe

Bardzo młodzi, niedoświadczeni Czytelnicy zachęceni perspektywą uzyskania z dwóch jednakowych wzmacniaczy mocy czterokrotnie większej niż moc jednego wzmacniacza, mogą natknąć się na nieprzyjemne niespodzianki.

Na pewno z dwóch scalonych wzmacniaczy o mocy 80W każdy, nie uzyska się mocy wyjściowej 320W. Jak dogłębnie wyjaśniono przy okazji omawiania kostki TDA7294 (EdW 8/97), podstawową przeszkodą jest moc wydzielanych strat i rezystancja termiczna między złączem a otoczeniem. W przypadku wzmacniacza mostkowego sprawa jest trochę bardziej złożona, niż w przypadku wzmacniaczy pojedynczych, niemniej generalnie w każdym klasycznym wzmacniaczu wydziela się moc strat, której wartość w pierwszym przybliżeniu trzeba przyjąć jako 60...65% maksymalnej wyjściowej mocy użytecznej (zobacz EdW 2/98 str. 10, 11). Dla wzmacniacza 320-watowego byłoby to około 200W, czyli we wzmacniaczu mostkowym około 100W mocy strat na kanał. Żaden z dostępnych układów scalonych nie rozproszy w sposób ciągły takiej mocy strat (kostka TDA7294 przy idealnym radiatorze może rozproszyć 60...70W ciepła).

Teoretycznie więc układ mostkowy z dwoma 80-watowymi wzmacniaczami będzie mógł oddać około 300W mocy użytecznej, ale... tylko przez krótką chwilę, do uszkodzenia lub do czasu, gdy wewnętrzne zabezpieczenia termiczne wyłączą układ.

Tym niemniej zastosowanie wzmacniacza mostkowego rzeczywiście pozwoli uzyskać moc ponad dwukrotnie większą od mocy jednego wzmacniacza. Zastosowanie konfiguracji mostkowej jest korzystne zwłaszcza przy napięciu zasilania niższym niż maksymalne dopuszczalne napięcie tego układu scalonego. Nasi Czytelnicy sami obliczą, jaką moc maksymalną (chwilową) uzyskają przy danej oporności głośnika i napięciu zasilania.

Moc strat to jedna ważna sprawa, a maksymalny prąd wyjściowy to druga. Niedoświadczeni Czytelnicy zechcą być może dodatkowo zwiększyć moc wyjsciową, nie tylko stosujac układ mostkowy, ale też zmniejszając oporność obciążenia, na przykład łącząc dwie kolumny 8-omowe w zestaw 4-omowy.

Zawsze trzeba mieć świadomość, że w układzie mostkowym napięcia wyjściowe obu wzmacniaczy sumują się na głośniku. Dwa razy większe napięcie oznacza dwa razy większy prąd wyjściowy. Przy zmniejszeniu obciążenia z 8 na 4Ω prąd zwiększy się o kolejne 100%. Czy scalony wzmacniacz może pracować z tak dużym prądem?

Na przykład kostka LM3886 ma wbudowane zabezpieczenie prądowe. Typowo zabezpieczenie to nastawione jest na 11,5A, ale w niektórych egzemplarzach kostek może wynosić 7A (EdW 2/98 str. 10). Jeśli dwa układy LM3886 zasilane byłyby napięciem ±35V czyli w sumie 70V, amplituda napięcia na głośniku wyniesie zapewne ponad 60V czyli wartość skuteczna „sinusa" ponad 42V. Czy zgodnie ze wzorem $P = U^2 / R$ uda się uzyskać moc 226W przy 8Ω i 450W przy 4Ω? Absolutnie nie!

Pomijając problem mocy strat, trzeba pamiętać o wspomnianym wewnętrznym ograniczeniu prądu szczytowego do 7A (typ. 11,5A). Przy amplitudzie napięcia wyjściowego 60V, prąd szczytowy przy obciążeniu 8Ω „chciałby" wynosić 7,5A, a przy 4Ω aż 15A, do czego nie dopuści wbudowane ograniczenie prądowe.

Przykład ten pokazuje, że wzmacniacze mostkowe powinny współpracować z obciążeniem o możliwie dużej oporności, a wtedy nawet przy niezbyt wysokim napięciu zasilania uzyska się maksymalną moc wyjściową, wyznaczoną w sumie przez rezystancję termiczną układów scalonych i skuteczność odprowadzania ciepła.

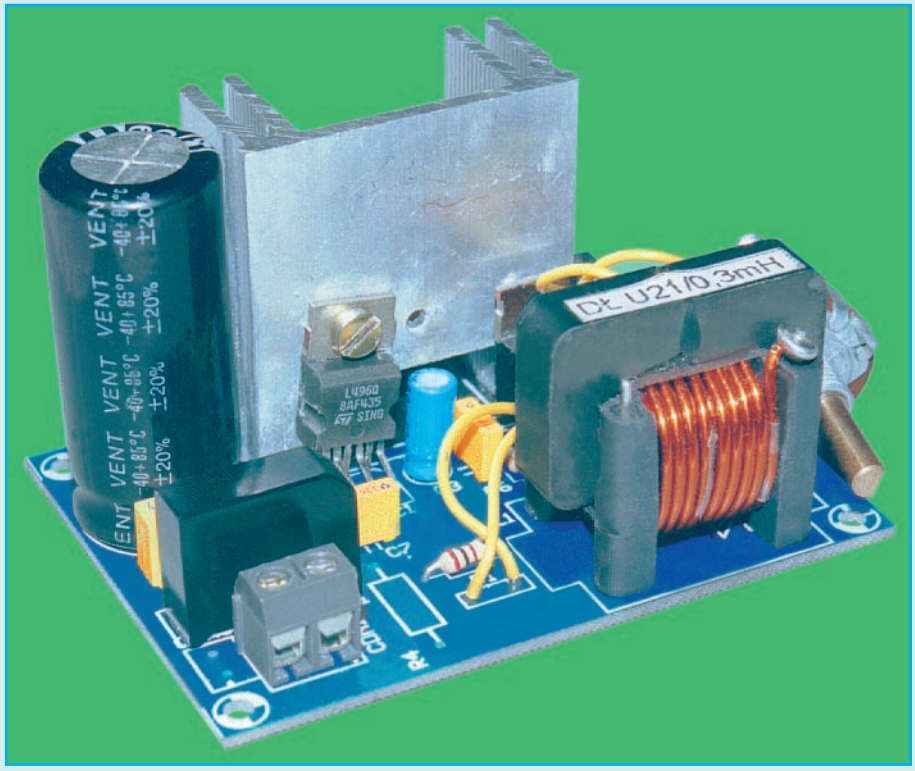
W praktyce należy przeprowadzić tylko wstępne obliczenia (rozróżniając napięcia szczytowe i skuteczne), a potem przeprowadzić praktyczne eksperymenty, by przekonać się, co uda się „wycisnąć" ze wzmacniacza mostkowego, nie doprowadzając do zadziałania wbudowanych zabezpieczeń termicznych i prądowych.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Impulsowy stabilizator napięcia

Do czego to służy?

Wokół impulsowych stabilizatorów napięcia i zasilaczy krąży wiele mitów i legend, nie zawsze mających wiele wspólnego z rzeczywistością. Według dość powszechnego przekonania, są to urządzenia bardzo trudne do zaprojektowana i wykonania, a jednocześnie odznaczające się znakomitymi parametrami i mogące zapewnić znaczne oszczędności energii elektrycznej. I w jednym i w drugim twierdzeniu jest sporo przesady i najwyższa pora, aby uporządkować sobie pewne pojęcia.

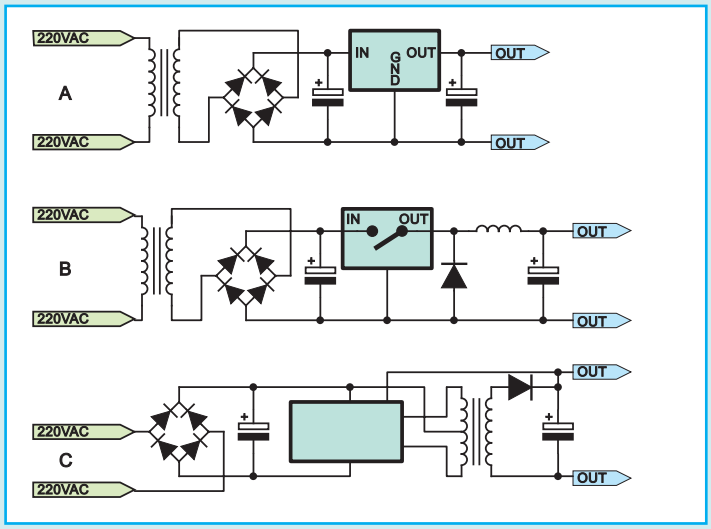


Dla wygody Czytelników i jasności opisu pozwoliłem sobie dokonać podziału zasilaczy sieciowych stosowanych w pracowniach elektronicznych, a także montowanych w gotowych urządzeniach. W dużym uproszczeniu możemy podzielić je na trzy grupy:

1. Zasilacze o działaniu ciągłym, w których proces transformacji napięcia 220V na potrzebne do dalszego wykorzystania niskie napięcie przemienne zachodzi przy częstotliwości sieci energetycznej - 50Hz. Zasilacze takie są najprostsze do zaprojektowania i wykonania, a przy tym dość tanie. Ich najpoważniejszą wadą jest konieczność stosowania radiatorów, przy większych mocach traconych o dość dużych wymiarach. Transformatory sieciowe stosowane w tych zasilaczach mają najczęściej także dość duże wymiary, co niekorzystnie rzutuje na koszty wykonania układu. Schemat blokowy zasilacza tego typu został pokazany na rysunku 1a.

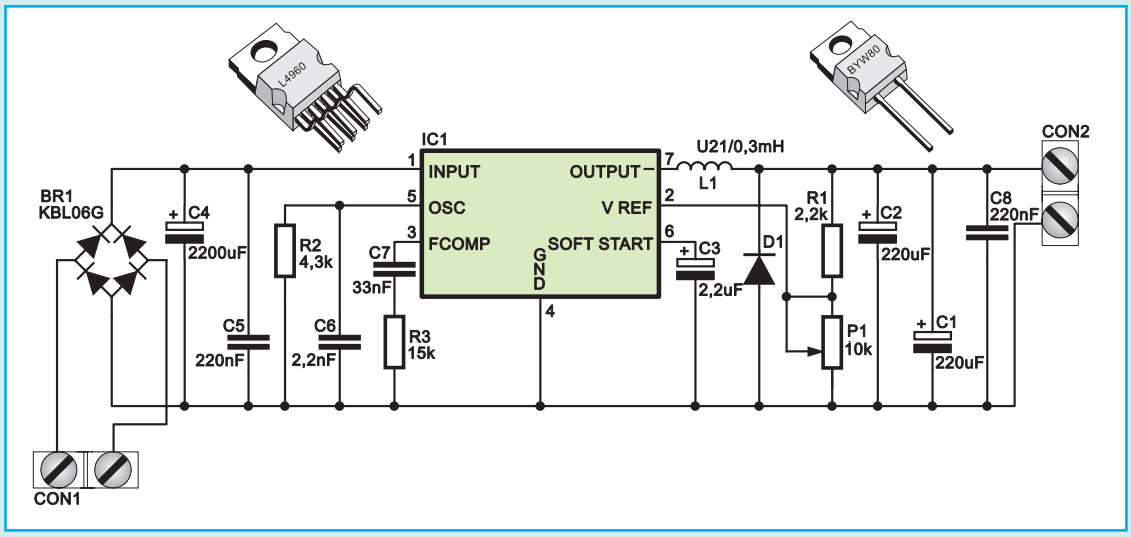
2. Zasilacze wyposażone w impulsowy stabilizator napięcia mają budowę dość podobną do układów z grupy 1. Jedyną, ale dość istotną różnicą jest zastosowanie do regulacji napięcia wyjściowego stabilizatora impulsowego, co pozwala na znaczne zmniejszenie wymiarów radiatora, a nawet rezygnację z jego stosowania. Straty mocy w stabilizatorze impulsowym są najczęściej znacznie mniejsze od mocy traconej w stabilizatorze o działaniu ciągłym, co pozwala także na zastosowanie transformatora o mniejszej mocy, wymiarach i cenie. Niestety, uzyskane oszczędności tracimy, ponieważ koszt zakupu scalonego stabilizatora impulsowego jest najczęściej o rząd wielkości wyższy od jego odpowiednika pracującego w trybie ciągłym. Na rysunku 1b możemy zobaczyć blokowy schemat zasilacza wyposażonego w impulsowy stabilizator napięcia, a za chwilę zapoznamy się z budową konkretnego układu tego typu.

Rys. 1. Rodzaje stabilizatorów



3. Dopiero zasilacze impulsowe stanowią znaczący przełom w technice konstruowania układów zaopatrujących w prąd układy elektroniczne. O ile, z punktu widzenia użytkownika różnica pomiędzy dwoma wyżej wymienionymi typami zasilaczy jest niewielka, to budując zasilacz impulsowy trzeciej grupy stykamy się już z zupełnie nową jakością i nowymi możliwościami. Typowym przedstawicielem układów tej grupy jest znany każdemu zasilacz stosowany w komputerach klasy PC. Na jego przykładzie z łatwością możemy ocenić możliwości, jakie daje nam technika impulsowa: małe, lekkie pudełko jest w stanie dostarczyć prądu o natężeniu 20A/5V oraz 8A/12V, nie licząc napięć pomocniczych -12V i -5V. Moc takiego zasilacza wynosi 200W, przy nieznacznych stratach. Zasilacze impulsowe są urządzeniami dość trudnymi do zaprojektowania i wykonania, a szczególne trudności stwarza wykonanie transformatora. Nie oznacza to jednak bynajmniej, że zasilacz taki jest niemożliwy do wykonania w warunkach amatorskich. Wprost przeciwnie: w najbliższym czasie zapoznamy się z konstrukcją takiego urządzenia, którego prototyp testowany jest obecnie w Pracowni Konstrukcyjnej AVT. Na razie zajmiemy się jednak zasilaczem z grupy 2, prostym i łatwym do wykonania nawet dla zupełnie nie zaawansowanego konstruktora.

Czynnikiem decydującym o prostocie wykonania proponowanej konstrukcji jest fakt, że do jej wykonania będziemy mogli zastosować gotowy dławik, element którego samodzielne wykonanie nastręcza wiele



Rys. 2. Schemat ideowy

kłopotów amatorom (a także niejednokrotnie i zawodowcom).

Proponowany układ jest typowym zasilaczem laboratoryjnym mogącym dostarczać prądu o natężeniu do 2,5A (teoretycznie, ponieważ doświadczalnie stwierdziłem, że zasilacz ten może zostać obciążony prądem do 3A).

Koszt wykonania zasilacza jest stosunkowo niewielki i jak już wspomniałem może on zostać zbudowany nawet przez początkującego elektronika.

Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu został pokazany na rysunku 2. Jak widać, sercem układu jest monolityczny scalony stabilizator napięcia typu L4960. Zastosowanie tego właśnie elementu pozwoliło na radykalne uproszczenie konstrukcji całego zasilacza i dlatego warto poświęcić trochę miejsca tej interesującej kostce.

Układ L4960 produkowany jest przez firmę SGS - Thompson. Struktura wewnętrzna tego układu (patrz rysunek 3) została bardzo dokładnie przemyślana i zawiera on w swoim wnętrzu prawie wszystkie elementy potrzebne do budowy impulsowego stabilizatora napięcia. Są to: generator taktujący wymagając zastosowania zaledwie czterech dodatkowych elementów zewnętrznych, stopień wyjściowy mocy, układ zapewniający łagodny start po włączeniu zasilania, źródło napięcia odniesienia oraz regulator PWM (Pulse Width Modulation) sterowany za pośrednictwem wzmacniacza błędu. Wewnątrz struktury znajduje się także układ zabezpieczenia termicznego i przeciwzwarciowego i przeciążeniowego. Wewnętrzny, dodatkowy stabilizator napięcia zapewnia właściwe warunki pracy dla wbudowanego w strukturę układu logicznego. Do prawidłowego działania impulsowego stabilizatora napięcia potrzebnych jest zaledwie sześć elementów zewnętrznych (nie licząc kondensatorów blokujących i wygładzających napięcie).

Tabela 1

Zakres napięć wejściowych:	9....46VDC
Zakres napięć wyjściowych:	5,1...40VDC
Napięcie wewnętrznego źródła napięcia odniesienia:	5,1V
Maksymalny prąd pobierany z wyjścia:	2,5A
Minimalne napięcie pomiędzy wejściem i wyjściem:	typowo 1,4V (max. 3V)
Sprawność:	typowo 75%...85%
Częstotliwość kluczowania stopnia wyjściowego:	typowo 100kHz
Maksymalna temperatura złącza (temperatura zadziałania zabezpieczenia termicznego):	150°C

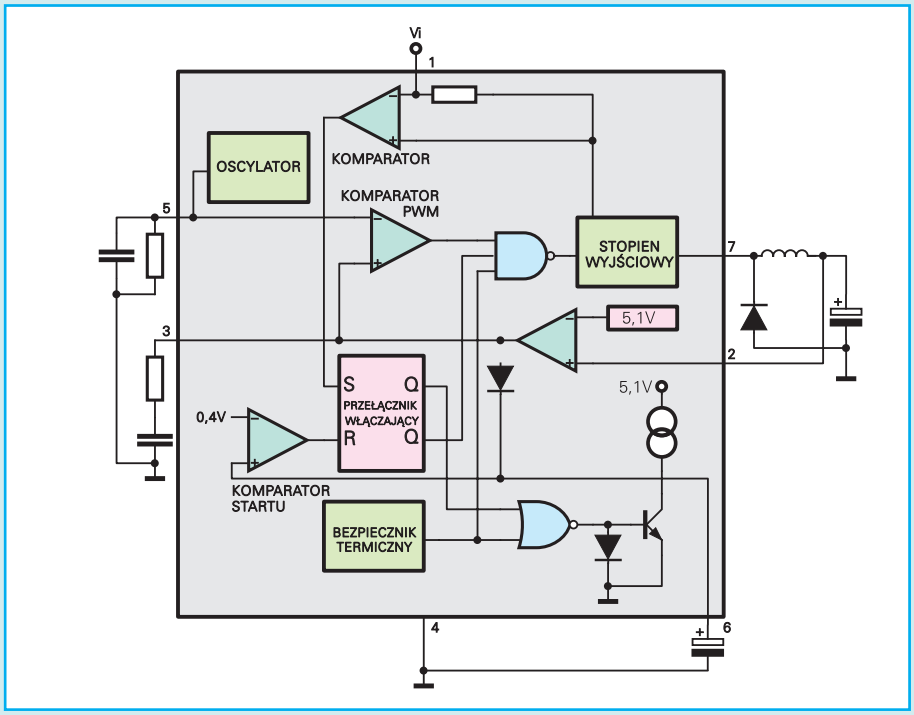
Podstawowe parametry elektryczne układu L4960podano w tabeli 1.

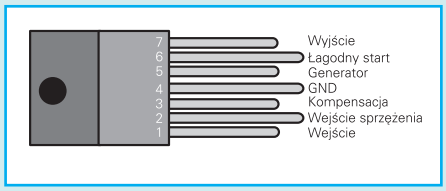
Na rysunku 4 pokazane zastało rozmieszczenie wyprowadzeń układu L4960, którego struktura umieszczona zastała wewnątrz siedmio końcówkowej obudowy typu HEPTAWATT.

Bardzo ważną rolę w układzie stabilizatora spełnia dławik L1. Według danych katalogowych podanych przez producenta dławik ten powinien mieć indukcyjność 150µH (2A). Ponieważ nie posiadałem gotowego dławika o takich parametrach, a na samą myśl o samodzielnym wykonaniu tego elementu ogarnęło mnie przerażenie, zastosowałem dławik o indukcyjności 300µH, dostępny w ofercie handlowej AVT. Po pewnych perypetiach, spowodowanych jednak nie zmianą typu dławika lecz błędnym zaprojektowaniem płytki obwodu drukowanego, układ zaczął pracować poprawnie, w całym podanym przez producenta zakresie prądów i napięć. Nie stwierdziłem także jakiegokolwiek obniżenia sprawności stabilizatora.

Kolejnym elementem decydującym o poprawnej pracy układu jest dioda D1. Zadaniem tej diody jest odprowadzenie prądu zwrotnego, który jest indukowany przez energię gromadzącą się w rdzeniu dławika

Rys. 3. Struktura wewnętrzna układu





Rys. 4. Rozmieszczenie wprowadzeń układu L4960

L1. Ze względu na chęć ograniczenia kosztów wykonania stabilizatora w układzie zastosowałem popularną diodę przełączającą typu BYW80, która spełnia swoją rolę w zadawalający sposób. Użycie bardzo szybkiej diody Schottky'ego spowodowałoby wzrost sprawności układu do ok. 82 ... 85%.

Pozostałe elementy pełnią następujące funkcje:

- Kondensator C6 wraz z rezystorem R2 ustalają częstotliwość wewnętrznego generatora kluczującego, która powinna wynosić ok. 100kHz.

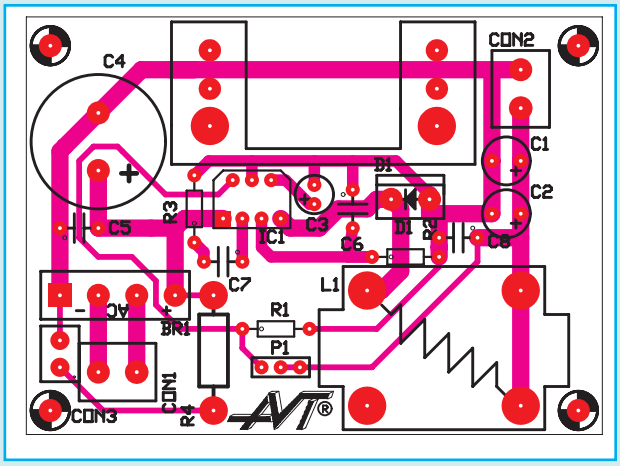
- Kondensator C3 określa czas trwania „miękkiego startu" stabilizatora po włączeniu zasilania, zapewniając powolne narastanie szerokości impulsów na wyjściu układu, co zapobiega przeciążeniu transformatora i prostownika oraz powstawaniu stanów nieustalonych na wyjściu układu.

- Kondensator C7 połączony szeregowo z rezystorem R3 kompensuje wewnętrzny wzmacniacz błędu.

- Rezystor R1 i potencjometr P1 tworzą dzielnik napięcia pozwalający na regulację napięcia wyjściowego w zakresie od 5 do 40VDC

Montaż i uruchomienie.

Na rysunku 5 została pokazana mozaika ścieżek płytki drukowanej wykonanej na laminacie jednostronnym oraz rozmieszczenie na niej elementów. Z pewnością uwagę wielu Czytelników zwróciło już pozornie dziwaczne prowadzenie ścieżek na powierzchni płytki: ścieżka masy prowadzi najpierw od ujemnej końcówki kondensatora C4 do wyjścia CON2 i dopiero później wraca do pozostałych elementów. Takie prowadzenie ścieżek to właśnie ta „czarna magia" związana z stabilizatorami impulsowymi. Wspomniałem już o pewnych kłopotach, na które napotkałem podczas budowy układu stabilizatora impulsowego. Spowodowane one były karygodnym dla konstruktora zaniedbaniem: niedokładnym zapoznaniem się z treścią karty katalogowej stosowanego podzespołu. Po pobieżnym przejrzeniu zawartych w katalogu informacji przystąpiłem natychmiast do projektowania płytki. Rezultat był opłakany: układ wprawdzie działał, ale przy obciążeniu nie przekraczającym 1A! Po długotrwałym poszukiwaniu błędu, przypomniałem sobie stare, słuszne powiedzenie: „Jeżeli już kompletnie nie wiesz, co masz robić to .... zajrzyj do instrukcji obsługi". Ponieważ karta katalogowa jest swoistą instrukcją obsługi opisywanego w niej podzespołu elektronicznego, powtórne jej przejrzenie spowodowało „odkrycie" podanego przez producenta schematu prowadzenia ścieżki masy w układach wykorzystujących scalony stabilizator impulsowy typu L4960. Po wykonaniu nowej, zgodnej z zaleceniami producenta płytki układ zaczął pracować poprawnie, nie stwarzając więcej kłopotów przy uruchamianiu.



Rys. 5. Schemat montażowy

Wykonanie aż dwóch prototypów daje mi pewność, że i zbudowane przez Was układy będą od początku działać poprawnie i nie będą wymagać jakichkolwiek poprawek i czynności uruchomieniowych.

Montaż układu stabilizatora wykonujemy w zasadzie w typowy sposób, rozpoczynając od wlutowanie rezystorów, a kończąc pierwszą fazę montażu na zamontowaniu kondensatorów elektrolitycznych. Komentarza wymaga jedynie zamontowanie układu IC1 i diody D1 wraz z niezbędnym do ich prawidłowego funkcjonowanie małym radiatorem. Problem polega na tym, że metalowe płytki mające zapewnić kontakt termiczny tych elementów z radiatorem znajdują się podczas pracy układu na różnych potencjałach i konieczne jest odizolowanie choćby jednej z nich od radiatora. W układzie modelowym pod diodę D1 zastosowałem izolacyjną podkładkę z miki i takie rozwiązanie polecam także dla Waszych konstrukcji. Kolejność montażu będzie następująca:

1. Przykręcamy układ IC do radiatora (po jego zwymiarowaniu i wykonaniu stosownych otworów po śrubki M3).

2. Mikową lub silikonową podkładkę izolacyjną smarujemy z obu stron termoprzewodzącą pastą silikonową.

3. W otwór w obudowie diody D1 wkładamy tulejkę izolacyjną i przykręcamy tą diodę do radiatora za pomocą śrubki M3.

4. Dopiero teraz wkładamy końcówki IC1 i D1 w przeznaczone dla nich otwory w punktach lutowniczych na płytce i lutujemy zarówno te końcówki jak i kołki stabilizujące radiator.

Zmontowany z sprawdzonych elementów układ stabilizatora działa natychmiast poprawnie i nie wymaga jakichkolwiek czynności regulacyjnych. Do wejścia CON1 należy dołączyć uzwojenie wtórne transformatora o mocy dostosowanej do maksymalnego prądu jaki mamy zamiar czerpać z naszego zasilacza. Napięcie na uzwojeniu wtórnym transformatora nie może być wyższe niż ok. 30VAC.

Jeżeli wykonany przez nas stabilizator będzie zastosowany w zasilaczu laboratoryjnym, to warto wyposażyć go w miernik napięcia i pobieranego prądu, np. AVT-2270.

Radiator zastosowany w układzie modelowym i dostarczany w kicie powinien okazać się zupełnie wystarczającym elementem chłodzącym w większości zastosowań. Gdyby jednak, w ekstremalnych warunkach układ nadmiernie się nagrzewał, to można zastosować wymuszone chłodzenie radiatora. To tego celu można użyć malutkiego wentylatorka stosowanego do chłodzenia procesorów 486 i PENTIUM. Na płytce obwodu drukowanego został umieszczony dodatkowy, nie pokazany na schemacie rezystor R4, który może posłużyć do ograniczenia prądu płynącego przez silniczek wentylatora. Wartość tego rezystora należy dobrać tak, aby napięcie na pracującym wentylatorze wynosiło ok. 12VDC. Wentylator należy dołączyć do złącza oznaczonego na płytce jako CON3.

Wykaz elementów.

Kondensatory

C1, C2		220µF/25
C3	2,2µF/25	
C4	2200µF/63	
C5, C8		220nF
C6	2,2nF	
C7	33nF	

Rezystory

P1	potencjometr obrotowy 10kΩ/A
R1	2,2kΩ
R2	4,3kΩ
R3	15kΩ

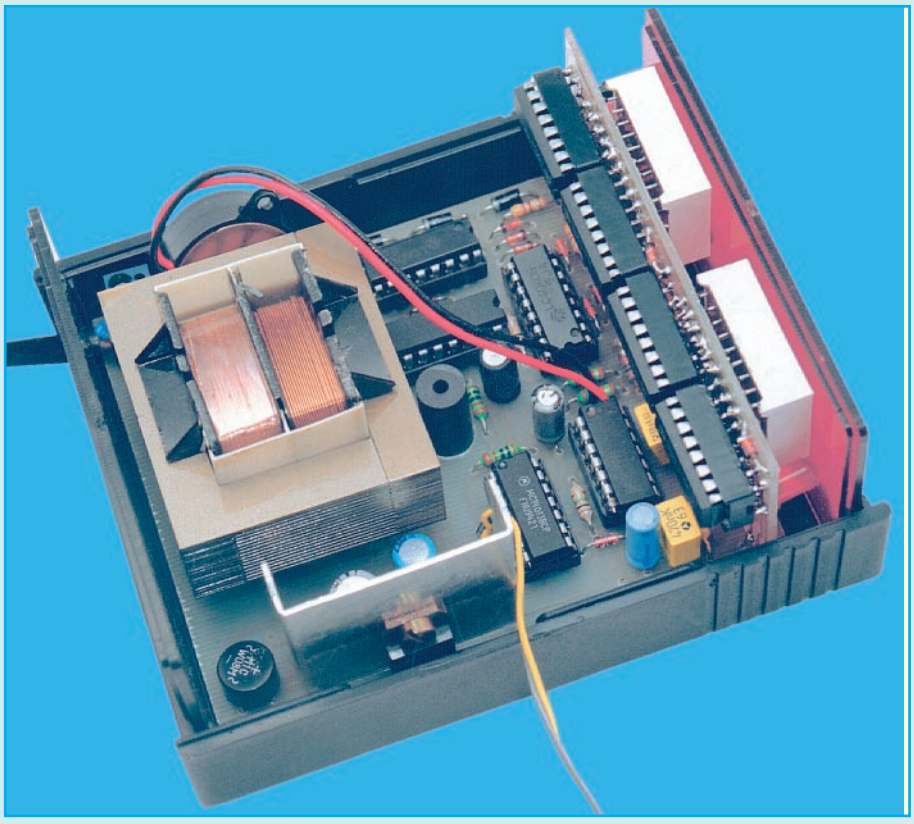
Półprzewodniki

BR1	mostek prostowniczy 3A KBL06G
D1	BYW80
IC1	L4960

Pozostałe

CON1, CON2 ARK2
Radiator typ „3"
Podkładka mikowa pod obudowę TO-220 + tulejka izolacyjna.

Zegar szachowy



Do czego to służy?

Na przestrzeni wieków wymyślono wiele gier logicznych, jednak dominującą pozycję i przydomek "królewskiej gry" zdobyły szachy – stały się symbolem twórczego i logicznego myślenia. Szachy zdobywają na świecie coraz większą popularność, a szczególnie w ostatnich latach, kiedy to do szachów zakradła się technika komputerowa i postawiła najmądrzejszym ludzkim mózgom nowe wyzwanie. Myślę, że przedstawione urządzenie w postaci cyfrowego zegara szachowego wprowadzi do gry trochę wszechobecnej elektroniki i tym samym urozmaici grę.

Zegar szachowy, jak sama nazwa wskazuje, służy do mierzenia czasu gry każdego z zawodników. Zegar odmierza czas "do tyłu" tzn., że przed partią zawodnicy ustalają czas gry w minutach i za pomocą mikrostyków Sw2-UP i Sw3-DOWN ustawiają go na wyświetlaczach. Upływający czas sygnalizowany jest miganiem diody LED1 lub LED2. W każdej chwili istnieje możliwość zatrzymania czasu przyciskiem PLAY/PAUSE – Sw5.

W momencie upłynięcia zadanego czasu zegar zasygnalizuje to chwilowym piskiem brzęczyka oraz zresetowaniem wyświetlaczy. Gdyby partia skończyła się przed upływem czasu, to za pomocą przycisku Sw4-RESET możemy skasować dotychczasowe ustawienia.

Jak to działa?

Na rys.1 przedstawiony jest schemat elektryczny zegara. Dzięki zastosowaniu w części zliczającej czterech układów 40110 uzyskano znaczne uproszczenie konstrukcji zegara. Układy te zawierają w swojej strukturze oprócz pierścieniowego licznika Johnsona również dekoder kodu binarnego na kod wyświetlacza 7-segmentowego, dzięki czemu możemy bez żadnych dodatkowych układów podłączyć je do wyświetlacza.

Omówienie układu zacznijmy od generatora częstotliwości wzorcowej. Oparty jest on na bramce U2C układu 4093. Rezystor R6 oraz kondensator C3 ustalają jednostkowy impuls na ok. 0.12s. Przerzutnik U3B, który skonfigurowany jest jako przerzutnik T, steruje pracą bramki U1B i gdy poprzez naciśnięcie przycisku PLAY/PAUSE-Sw5 ustawimy wyjście Q\ w stan wysoki odblokujemy bramkę U1B, która przepuści impulsy zegarowe na wejście bramek U1A i U1C. Tutaj za pomocą przycisku Gracz1/Grzacz2-Sw1 decydujemy komu ma "płynąć czas" i zależnie od stanu na nóżkach 1 i 2 U3A impulsy kierowane są na 12 bitowe liczniki dwójkowe U4 lub U5. Nóżki Reset połączone są poprzez diody D13 i D14 z wyjściami Q9. Połączenie takie powoduje, że na wyprowadzeniach 11 tych liczników uzyskiwane są impulsy w odstępach równych czasowi wzorcowemu 0.12s pomnożonemu przez 512 (2 do potęgi 9), czyli ok. 60s. Impulsy te nadchodzące na wejścia licznika U6 lub U8 zmniejszają o "jeden" stan wyświetlacza. W momencie upłynięcia zadanego czasu na nóżce 11 U7 lub U8 wygenerowany zostanie krótki ujemny impuls, który poprzez bramkę U2D ustawi wyjście Q przerzutnika U3B w stan wysoki. Spowoduje on wygenerowanie krótkiego sygnału "Game Over". Czas trwania dźwięku możemy zmieniać za pomocą R5 i C2. Dodatni impuls z bramki U2D zresetuje także wszystkie liczniki i wyświetlacze. Elementy R10 i C4 odpowiedzialne są za zerowanie wszystkich liczników za każdorazowym włączeniem zegara.

Ustawienia czasu gry dokonujemy za pomocą przycisków Sw2-UP i Sw3-DOWN.

Aby rozwiązać problem wielokrotnych odbić styków mikrostyków wykorzystałem sposób zastosowany w zegarze ciemniowym zaprezentowanym w jednym z poprzednich numerów EdW. Skorzystałem z generatora impulsów na bramce U2C. W ten sposób po zwarciu któregoś z przycisków, w najgorszym przypadku po ok. 0.12s na wejścia liczników przedostanie się dodatni impuls, który zmieni stan ich stan. Dalsze przytrzymywanie przycisku spowoduje cykliczne zliczanie nadchodzących impulsów. W taki oto sposób uzyskaliśmy podwójną

Wykaz elementów

Rezystory:

R1, R2, R8, R9:	10kΩ
R7, R10-R16:	100kΩ
R6:	390kΩ
R3, R4:	560Ω

Kondensatory:

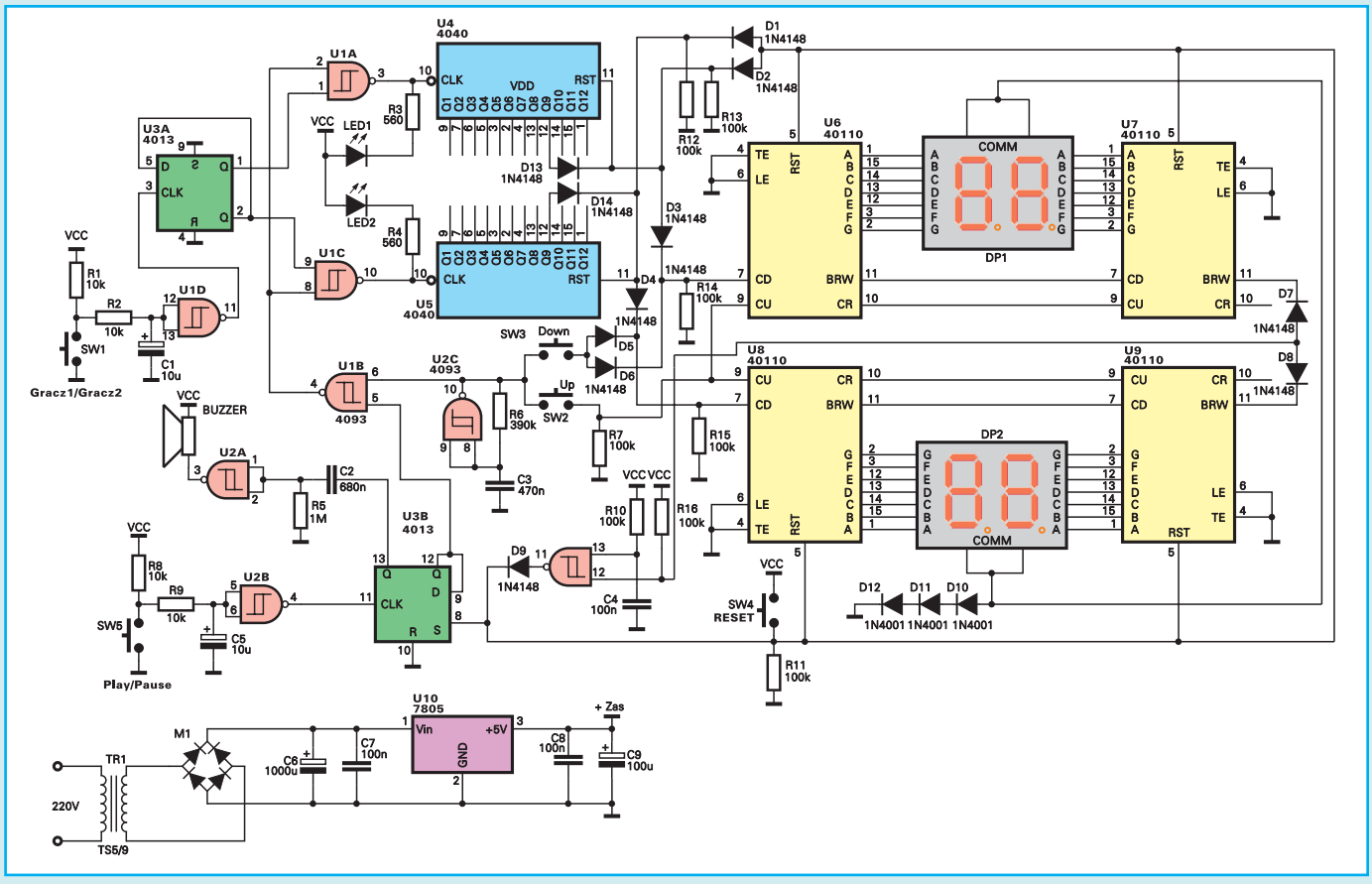
C1, C5:	10µF/10V
C4, C7, C8:	100nF
C9:	100µF/10V
C3:	470nF
C2:	680nF
C6:	1000µF/25V

Półprzewodniki:

DP1, DP2:	wyświetlacze siedmiosegmentowe LED o wspólnej katodzie, czerwone
D1-D9, D13:	1N4148
D10-D12:	1N4001
LED1, LED2:	diody LED 5mm, czerwone
U6-U9:	40110
U1, U2:	4093
U3:	4013
U4, U5:	4040
U10:	7805

Pozostałe:

Q1:	generator piezo
M1:	mostek prostowniczy okrągły1A
TR1:	transformator TS5/9
SW1:	przycisk chwilowy zwierny duży
SW2-SW5:	przyciski typu RESET lutowane w płytkę (długie)
CON1:	ARK2
Obudowa typu KM48N	
Filtr czerwony	



Rys. 1. Schemat elektryczny zegara szachowego

korzyść: wyeliminowanie błędu wynikłego z drgań styków i zapewnienie wygody użytkownikowi zegara. Układy 40110 U6-U9 współpracują z dwoma podwójnymi wyświetlaczami ze wspólną katodą. Diody D10-D12 ograniczają płynący przez nie prąd do bezpiecznej wartości.

Zastanawiać jeszcze może zespół elementów przy mikrostykach Sw1 i Sw2. Te dwa rezystory, kondensator i bramka Schmitta spełniają zadanie generowania ostrego zbocza bez żadnych niepotrzebnych śmieci, które mogłyby spowodować błędne działanie przerzutnika.

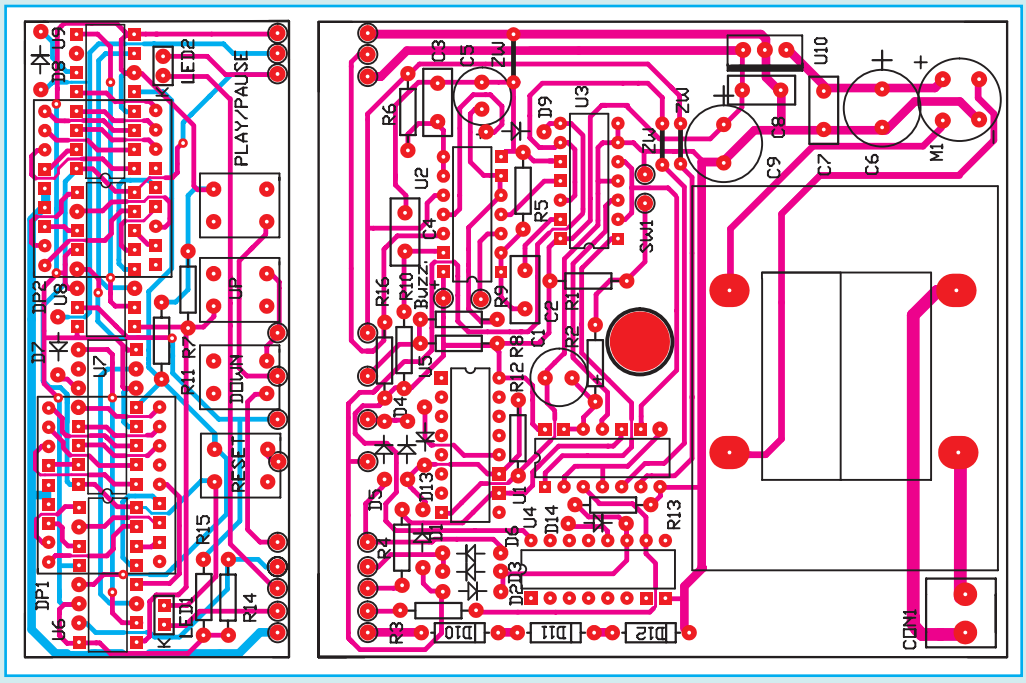
Montaż i uruchomienie

Na rys.2 przedstawiona została płytka drukowana oraz rozmieszczenie na niej elementów. Jak widzimy, zegar składa się z dwóch płytek, z których jedna jest dwustronna. Montaż urządzenia rozpoczynamy od wlutowania trzech zwór, po czym przechodzimy do montażu rezystorów, kondensatorów i podstawek pod układy scalone.

Tutaj uwaga! Wyświetlacze, diody LED oraz mikrostyki należy przylutować od strony "ścieżek", czyli "od spodu". Po zlutowaniu obu płytek przystępujemy do ich połączenia, które najlepiej wykonać za pomocą krótkich odcinków drucików. Mogą to być obcięte końcówki rezystorów.

Płytki zostały zwymiarowane pod obudowę typu KM48N. W górnej części obudowy należy wywiercić otwór, w którym to zostanie zamocowany chwilowy przycisk zwierny Sw5. Następną czynnością będzie wywiercenie otworów pod mikrostyki Sw1-Sw4 w czerwonym filtrze, który będzie jednocześnie przednią ścianką zegara.

Po zmontowaniu obu płytek i sprawdzeniu prawidłowości montażu przystępujemy do uruchomienia układu. Po włączeniu zegara - z buzzera powinien wydobyć się krótki dźwięk, a na wyświetlaczach powinny być wyświetlone zera. Teraz możemy sprawdzić funkcjonowanie zega-



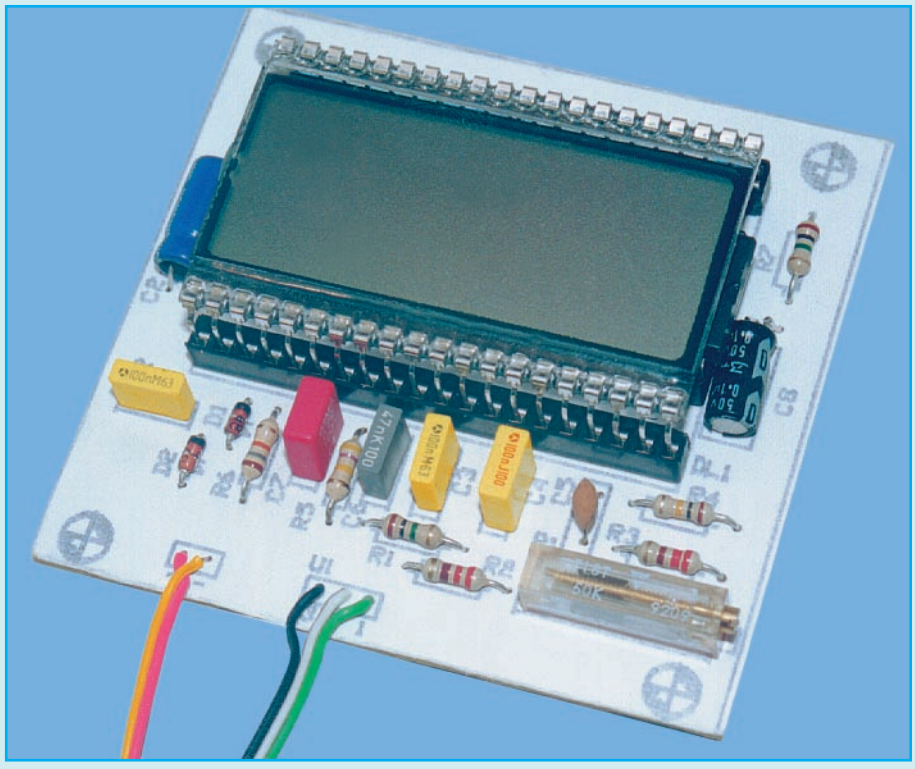
Rys. 2. Schemat montażowy zegara szachowego

ra. Ustawmy za pomocą mikrostyków jakiś dowolny czas i włączmy odliczanie. Jeżeli upłynięcie ostatniej minuty zostanie zasygnalizowane krótkim sygnałem to znaczy, że część elektroniczna została zmontowana poprawnie.

Do zasilania zegara służy wbudowany wewnętrzny zasilacz, który dostarcza napięcia 5V. Prawidłowo zmontowane urządzenie pobiera ok.250mA prądu, dlatego też zastosowany transformator powinien odznaczać się dostateczną mocą. W urządzeniu modelowym zastosowano transformator TS5/9. W przypadku nadmiernego nagrzewania się stabilizatora należy przykręcić do niego niewielką blaszkę (radiator), która pomoże w odprowadzaniu ciepła.

Grzegorz Bednarz

Cyfrowy miernik temperatury



Do czego to służy?

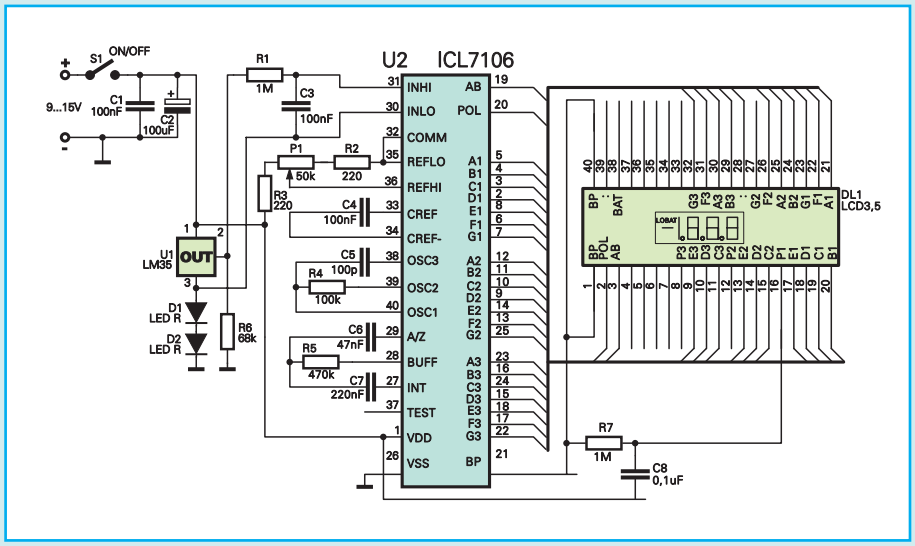
Na łamach różnych czasopism opublikowano wiele mierników temperatury mniej lub bardziej dokładnych. Lecz większość z nich potrzebowała dwupunktowej kalibracji, co bardzo zniechęca do zbudowania takiego termometru. Opisany poniżej cyfrowy termometr jest pozbawiony tych wad, a jego kalibracja polega tylko na ustawieniu napięcia odniesienia równego 1V. Miernik charakteryzuje się nie tylko prostotą kalibracji, ale także prostotą budowy, składa się bowiem dosłownie z kilku elementów biernych, jednego układu scalonego, oraz czujnika. Miernik może być zasilany także z baterii, gdyż dzięki zastosowaniu wyświetlacza LCD pobór prądu stał się niski. Zakres pomiarowy temperatur mieści się w granicach od –40 do +100°C, co wystarcza w większości przypadków. Dokładność wskazań wynosi ok. ±0,5°C.

Jak to działa?

Schemat ideowy modułu przedstawiono na rysunku 1.

Układ U2 pracuje w najprostszej wersji woltomierza o zakresie ±2,000V, którego wynik jest przedstawiany na wyświetlaczu LCD. Elementy C5, R4 są potrzebne do prawidłowej pracy oscylatora układu U2, natomiast elementy R5 i C6 służą do ustalenia zakresu pomiarowego woltomierza. Z wartościami takimi jak na schemacie układ może mierzyć napięcia do 2V, natomiast po zmianie C6 na 470nF, i R5 na 47k możliwy będzie pomiar napięć do 200mV. Potencjometr P1 służy do ustalenia napięcia odniesienia dla kostki U2. Ponieważ układ od samego początku miał być bardzo prosty należałoby jakoś zasilić kropkę dziesiętną na ostatniej pozycji wyświetlacza bez stosowania kolejnego układu. Ponieważ dla wyświetlacza napięcia stałe są wręcz zabójcze, nie można na wejście kropki podać napięcia stałego (co jest lekceważone przez początkujących elektroników). Problem ten został bardzo prosto rozwiązany za pomocą elementów R7 i C8, które odwracają przebieg z wyjścia BP, przez co kropka będzie zasilana napięciem zmiennym o innej fazie.

Rys. 1 Schemat ideowy modułu

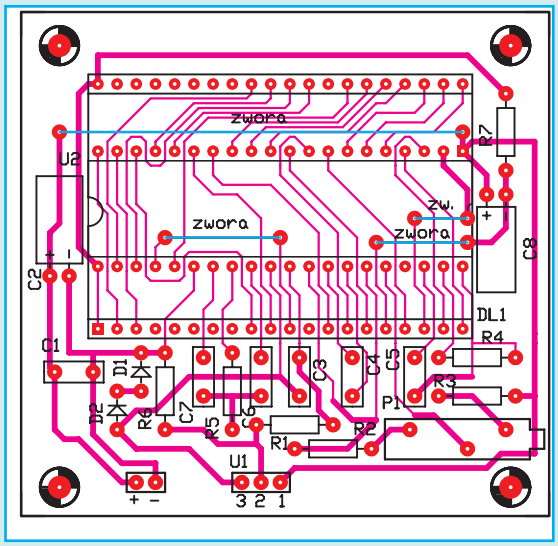


Jako czujnik temperatury został zastosowany wyspecjalizowany specjalnie do celów pomiarowych temperatury układ LM35DZ (U1). Na wyjściu tego układu napięcie zmienia się ze współczynnikiem 10mV/°C, lecz układ ma istotną wadę ponieważ nie mierzy temperatur ujemnych, co dyskwalifikuje go do zastosowań jako termometr temperatury zewnętrznej. Problem pomiaru temperatury ujemnej przestał istnieć po zastosowaniu dwóch połączonych szeregowo diod D1 i D2, które podniosły potencjał "masy" dla układu U2 o ok. 3,2V. Po zastosowaniu tych diod zakres mierzonych temperatur poszerzył się od –40 do 100°C. Wyjście czujnika zastało dołączone do zacisków pomiarowych woltomierza U2. Kondensatory C1 i C2 filtrują napięcie zasilania.

Montaż i uruchomienie

Opisany miernik temperatury można bez problemu zmontować na płytce drukowanej pokazanej na rysunku 2. Montaż jest klasyczny i nikomu nie powinien sprawić kłopotów. Należy zachować ostrożność ponieważ układ U2 oraz wyświetlacz są wrażliwe na ładunki elektrostatyczne.

Termometr może być zasilany napięciem z przedziału 6 do 12V. Po zmontowaniu układu potrzebna jest prosta kalibracja, która polega na ustawieniu za pomocą potencjometru P1 napięcia 1,000V na wejściu REFHI układu U2, po czym układ od razu jest gotowy do pracy. W praktyce należy nie tyle ustawiać wartość napięcia woltomierzem cyfrowym, a raczej sprawdzić temperaturę za pomocą jakiegoś dokładnego termometru i wyregulować P1, by miernik pokazywał taką samą temperaturę.



Rys. 2 Schemat montażowy

Ponieważ w układzie zostały zastosowane energooszczędne podzespoły, możliwe jest zasilanie bateryjne, choćby baterią 6F22. Najlepiej będzie jednak, gdy miernik będzie zasilany napięciem dobrze stabilizowanym i filtrowanym z zasilacza.

Układ można umieścić w obudowie KM-33C do której płytka drukowana termometru została specjalnie zwymiarowana.

Jeżeli potrzebny będzie pomiar temperatury w stopniach Kelvina, zamiast czujnika LM35DZ, należy zamontować czujnik LM34 w którym napięcie odpowiada temperaturze w skali Kelvina.

Czujnik można zatopić w koszulce termokurczliwej, lecz lepszym rozwiązaniem będzie wbudowanie go w metalową rurkę z jednej strony zatkaną, przez co stanie się bardziej odporny uszkodzenia.

Marcin Wiązania

Od Redakcji. Po przeprowadzeniu prób, oryginalny układ zaproponowany przez Autora został zmodyfikowany. Między innymi diody D1, D2 (w oryginalnym modelu pokazanym na fotografii były typu 1N4148) zastąpiono dwiema czerwonymi diodami LED. Odpowiednio zwiększono wartość rezystora R6, by płynął przezeń prąd około 50mA. Zmieniono także układ połączeń czujnika i źródła napięcia odniesienia. Rysunki 1 i 2 pokazują układ po wprowadzeniu tych poprawek. Odnośnie stabilności wskazań w funkcji napięcia zasilającego, w poprawionym układzie uzyskano dokładność ±0,25°C przy zmianie napięcia zasilania w zakresie 7...9...10V (wyczerpywanie baterii). Przy zastosowaniu zasilacza stabilizowanego układ będzie pracował jeszcze dokładniej.

W razie potrzeby w układzie można zastosować kilka czujników, pamiętając jednak o drobnych rozrzutach parametrów pomiędzy poszczególnymi egzemplarzami układów LM35.

Wykaz elementów

Rezystory:
- R1,R7: 1MΩ
- R2,R3: 220Ω
- R4: 100kΩ
- R5: 470kΩ
- R6: 68kΩ
- P1: 50kΩ helitrim

Kondensatory:
- C1,C3,C4: 100nF
- C2: 100µF/16V
- C5: 100pF
- C6: 47nF
- C7: 220nF
- C8: 0,1µF/16V elektrolit lub stały

Półprzewodniki:
- D1,D2: LED czerwone
- U1: LM35DZ
- U2: ICL7106
- DL1: wyświetlacz LCD 3,5 cyfry

Pozostałe:
- S1: włącznik zasilania

część 10

Tranzystory dla początkujących

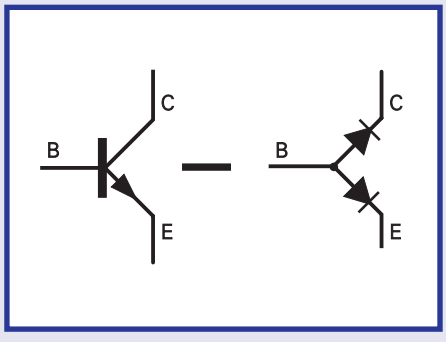
Modele, modele

W poprzednich odcinkach zapoznałem cię szeroko z bardzo ważnymi w praktyce parametrami tranzystora, związanymi z jego mocą strat i temperaturami. Już niedługo zajmiemy się kolejnymi zagadnieniami związanymi z tranzystorem. Zapoznasz się z podstawowymi, można powiedzieć - klasycznymi, układami pracy tranzystora w obwodach prądu zmiennego.

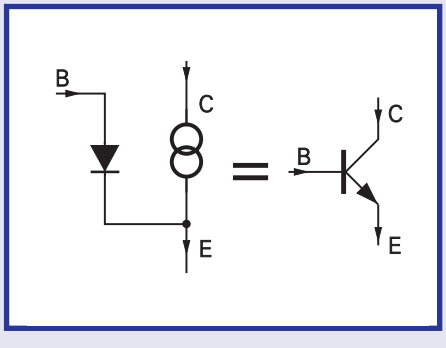
W jednym z poprzednich odcinków przedstawiłem ci podstawowe zasady pracy tranzystora w roli przełącznika. Tak się (dziwnie) składa, że wraz z postępem techniki i technologii, w ogóle coraz rzadziej stosujemy pojedyncze tranzystory, a jeśli już stosujemy, to zwykle właśnie w roli elementów przełączających, a nie w roli wzmacniaczy sygnałów zmiennych. Natomiast do wzmacniania sygnałów zmiennych najczęściej stosujemy wzmacniacze operacyjne lub specjalizowane scalone przedwzmacniacze i wzmacniacze mocy audio. Niemniej jednak w podręcznikach szkolnych nadal poświęca się dużo miejsca i uwagi właśnie podstawowym układom pracy tranzystora i co tu ukrywać - większość uczniów ma tego serdecznie dosyć. Niechęć ta jest nawet uzasadniona, bo w praktyce nikt dziś nie projektuje układu wzmacniacza ze wspólną bazą, a co najwyżej jakiś prościutki wzmacniaczyk w układzie wspólnego emitera lub jeszcze prostszy bufor w układzie wspólnego kolektora. I właśnie w takich sytuacjach i ty być może będziesz musiał skorzystać z pewnych informacji podawanych w katalogu. Choć więc generalnie nie będziesz wykorzystywał książkowej wiedzy na temat podstawowych wzmacniaczy przebiegów zmiennych, jednak nie wypada, byś nie znał i nie rozumiał głównych układów pracy tranzystora. Dlatego przynajmniej jeden odcinek będzie poświęcony jednotranzystorowym wzmacniaczom ze wspólnym kolektorem, wspólnym emiterem i wspólną bazą.

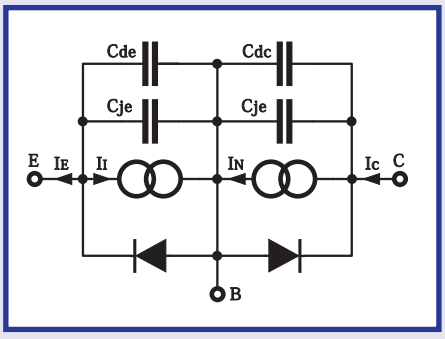
Ale wcześniej muszę cię wprowadzić do pewnego bardzo ważnego zagadnienia. Dlatego w tym odcinku będziemy trochę teoretyzować. Zapoznam cię w niezbędnym zakresie z modelem fizycznym tranzystora a za miesiąc zapoznam cię jeszcze z czwórnikami. Dopiero to otworzy ci drogę do zrozumienia parametrów i sposobów opisu spotykanych w katalogach i podręcznikach - a wierz mi, to bywa potrzebne nawet w praktyce hobbysty. Zaciśnij więc zęby i zapoznaj się z tym materiałem, bo musisz to przynajmniej z grubsza rozumieć, o ile tylko naprawdę chcesz być prawdziwym elek-

Rys. 1 Najprostszy model tranzystora



Rys. 2 Model ze źródłem prądowym





Rys. 3 Model Ebersa-Molla

tronikiem. I obiecuję ci, że przedstawię tu niezbędne minimum - informacje naprawdę konieczne do zrozumienia i uporządkowania wielu zagadnień poruszanych w podręcznikach i katalogach.

W następnym numerze znów króciutko przypomnimy sobie pojęcie „czarnej skrzynki". Ale najpierw powrócimy do bardzo uproszczonego modelu tranzystora.

Modele tranzystora

Dowiedziałeś się już (może nawet zmierzyłeś omomierzem), że tranzystor bipolarny to jakby połączenie dwóch diod, jak widać na rysunku 1. Ale tranzystor to coś więcej niż dwie diody. Swego czasu do znudzenia tłumaczyłem ci pojęcie źródła prądowego i w końcu doszliśmy do wniosku, że działanie tranzystora z grubsza odpowiada działaniu wyimaginowanego układu, pokazanego na rysunku 2. To właśnie jest bardzo prosty, ale jakże przydatny model tranzystora.

Proste? Ale czy to już wszystko?

Właśnie! Nie tak prędko! Bo czy na przykład nasz tranzystor wzmacnia jednakowo napięcia stałe, przebiegi zmienne małej częstotliwości i przebiegi w.cz? Na razie nie wiemy, ale chyba nie... Przecież analizując działanie tranzystora dotychczas rozpatrywaliśmy tylko działanie dla prądów stałych.

Jakiś czas temu tłumaczyłem ci, że gdybyśmy chcieli bardzo dokładnie opisać zachowanie i wszystkie parametry rzeczywistych układów (w tym szczególnie tranzystorów), to musielibyśmy uwzględnić całą masę różnych czynników, z których prawdę mówiąc, niektóre rzeczywiście mają znaczny wpływ, ale inne dają o sobie znać w bardzo małym stopniu. Nie masz chyba wątpliwości, że w praktyce pomijamy te mało znaczące czynniki, upraszczamy zagadnienie i szukamy sposobów na jak najprostsze przedstawienie działania układu. Przyjmujemy uproszczone modele. Takimi modelami są „czysta" rezystancja, „czysta" pojemność, „czysta" indukcyjność, idealne źródło prądowe czy napięciowe i z ich pomocą utworzyliśmy bardzo uproszczony model tranzystora z rysunku 2.

Ten model pokazuje nam z grubsza, jak zachowuje się tranzystor. W tym modelu kluczowymi parametrami są: wzmocnienie prądowe (stosunek prądu kolektora do prądu bazy), które oznaczyliśmy β oraz napięcie przewodzenia złącza baza-emiter. To rozumiesz dobrze.

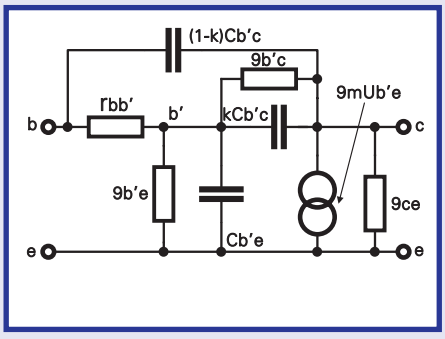
Ale niestety, tranzystor to bardzo kapryśne zwierzę. Nie zdziwisz się więc, że to monstrum, które znajdziesz na rysunku 3 to bardziej precyzyjny model tranzystora. Jest to tak zwany model Ebersa-Molla (od nazwisk uczonych, którzy go zaproponowali). Na tym modelu znajdziesz dwie znajome „diody" z rysunku 1 oraz źródło prądowe z rysunku 2. Po chwili zastanowienia uznasz, że rzeczywiście wszystko pasuje, bo spolaryzowaną zaporowo „diodę kolektorową" na rysunku 2 pominięto. Może trochę zaniepokoi cię drugie źródło prądowe między bazą a emiterem, ale zapewne te dwa źródła można zastąpić jednym pokazanym na rysunku 2. Także zaznaczone pojemności nie wzbudzą wątpliwości - na pewno w dość skomplikowanym tworze, jakim jest tranzystor, występują jakieś pojemności.

Czy mając taki model i opisujące go równania, wiemy już wszyściutko o tranzystorze?

Niestety nie! W głębokiej tajemnicy mogę ci zdradzić, że nawet ten dość złożony model z rysunku 3 (wraz z opisującymi go równaniami matematycznymi) też nie przedstawia calusieńkiej prawdy o tranzystorze. Na przykład w programach komputerowych stosowany jest ulepszony model, zwany modelem Gummela-Poona, ale i on nie jest doskonały.

Co prawda znamy fundamentalne prawa fizyki, na których opiera się działanie tranzystora i znamy też równania matematyczne dokładnie opisujące działanie tranzystora, ale są to (uważaj!) *nieliniowe równania drugiego rzędu z pochodnymi cząstkowymi, które nie mają ogólnego rozwiązania, a po ich linearyzacji rozwiązania mają bardzo złożoną postać szeregów nieskończonych.* Niewesoła historia!

Właśnie dlatego koniecznością jest stosowanie modeli uproszczonych. Na ile uproszczonych? To oczywiście zależy już od dokładności wyników obliczeń, jakie chcemy uzyskać oraz od warunków pracy tranzystora. Jeśli chcemy sprawdzić, czy tranzystor nie jest uszkodzony, to wykorzystujemy model z rysunku 1 i omomierzem sprawdzamy, czy między danymi dwoma końcówkami płynie prąd, czy nie. Model z rysunku 2 okazał się pożyteczny przy obliczaniu prostych układów przełączających. Model z rysunku 3 i podobne są wykorzystywane w programach symulacji komputerowej.



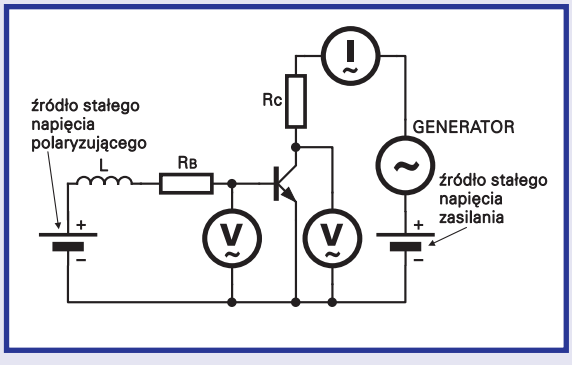
Rys. 4 Model hybryd Π dla konfiguracji WE

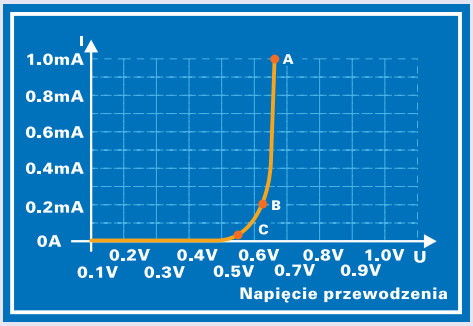
Wszystko jasne. A teraz mam dla ciebie kolejną ważną sprawę. Ważną, a zupełnie nie rozumianą przez większość początkujących, którzy od początku są przerażeni stopniem trudności zagadnienia.

Spójrz na rysunek 4 przedstawiający... Co? No właśnie, według mądrych książek jest to „model hybryd Π tranzystora dla konfiguracji WE". I tu właśnie wielu początkujących popada w rozpacz: przecież taki model w niczym nie przypomina łatwego do intuicyjnego pojęcia modelu tranzystora z rysunków 1...3. Czarna rozpacz! Pół biedy, że model jest tak skomplikowany - najgorsze jest to, że nie ma tu żadnych diod, tylko rezystancje, konduktancje (odwrotność rezystancji), pojemności i źródło prądowe. Dlaczego tak jest? Gdzie się podziały diody? Właśnie ten brak diod wprowadza zamieszanie w umysłach początkujących. Głębokie (i słuszne) przekonanie, że w obwodzie baza-emiter występuje przecież dioda, a ściślej złącze półprzewodnikowe, nasuwa wniosek, że oto przekroczono granicę zdrowego rozsądku i wkroczono w dziedzinę elektronicznej czarnej magii.

A więc wobec modelu z rysunku 4 mamy dwa zarzuty: brak diod (złącz) i brak obwodów zasilania.

Rys. 5 Przykładowy układ pomiarowy parametrów zmiennoprądowych tranzystora





Rys. 6 Charakterystyka wejściowa tranzystora

Temat wcale nie jest taki trudny, jak mogłoby się wydawać na pierwszy rzut oka. Kluczem do jego zrozumienia jest jedno sformułowanie: o ile modele z rysunków 1...3 są ogólnymi (powiedzmy uniwersalnymi) modelami tranzystora, o tyle rysunek 4 pokazuje model dotyczący jedynie prądów zmiennych (ściślej sinusoidalnych o małych amplitudach i niezbyt wielkich częstotliwościach).

W samej rzeczy nie jest to - powiedzmy obrazowo - model „gołego" tranzystora. W tym wypadku model przedstawia zachowanie tranzystora odpowiednio zasilanego i spolaryzowanego. Właśnie dlatego, że jest to model słuszny tylko dla sygnałów zmiennych. Obwody zasilania i polaryzacji muszą wystąpić w każdym realnym wzmacniaczu, ale tu chodzi o model przedstawiajacy zachowanie tranzystora dla przebiegów zmiennych, więc obwody te po prostu pominięto Ot i cała tajemnica!

Dla zakresu wielkich częstotliwości rzędu dziesiątek i setek megaherców wykorzystuje się jeszcze inny model tranzystora, słuszny oczywiście dla przebiegów o wysokiej częstotliwości, i także nie uwzględniający jakichkolwiek obwodów prądu stałego.

No właśnie, to trzeba wiedzieć: modele takie, jak na rysunku 4 (i modele czwórnikowe, o których opowiem ci w następnym odcinku) pokazują właściwości tranzystora spolaryzowanego, dla pewnego określonego punktu pracy i sterowanego małym sygnałem. Patrząc więc na model z rysunku 4 zawsze powinieneś mieć świadomość, że w rzeczywistości dotyczy on tranzystora pracującego w układzie mniej więcej takim, jak na rysunku 5 (lub podobnym). Wyjaśniliśmy oto brak obwodów zasilania - trochę trudniej pójdzie z wyjaśnieniem braku diod (złącz). Słusznie podejrzewasz, że w modelu z rysunku 4 diodę zastąpiono rezystancją (ściślej konduktancją, co niczego nie zmienia). Czy wolno tak robić?

Musimy wrócić do charakterystyki diody, pokazanej na przykład na rysunku 6 skopiowanym z EdW 3/98. Jaką rezystancję ma dioda?

No jaką? Spróbuj samodzielnie odpowiedzieć na to pytanie!

Masz rację! W zasadzie mówienie o jednej konkretnej rezystancji diody nie ma sensu. Rezystancję słusznie możemy określić jako stosunek napięcia do prądu:

$R = U / I$

Na podstawie rysunku 6 możesz przybliżeniu obliczyć rezystancję diody dla kilku punktów pracy (napięć i prądów), oznaczonych A, B, C.

Dla A R_A = 0,66V/1mA = 660Ω

Dla B R_B = 0,613V/0,2mA = 3,065kΩ

Dla C R_C = 0,55V/0,01mA = 55kΩ

Czyli rezystancja diody ogromnie zmienia się (zmniejsza) wraz ze wzrostem prądu. Nie można powiedzieć, że dana dioda ma jakąś jedną, konkretną rezystancję.

Ale teraz spójrzmy na zagadnienie z trochę innej strony. W EdW 4/98 wykazałem ci, że jeśli tranzystor ma wzmacniać sygnały zmienne, to musi on być odpowiednio spolaryzowany. Inaczej mówiąc, między bazą a emiterem musi występować jakieś napięcie stałe (około 0,6V), które wywoła jakiś niewielki stały prąd bazy. Dopiero na takie polaryzujące napięcie stałe zostaje nałożone **niewielkie** napięcie zmienne, co oznacza niewielką modulację prądu bazy, Rysunek 7 pokazuje w powiększeniu kawałek charakterystyki z rysunku 6.Przypuśćmy, że obwód polaryzacji dostarcza prądu 0,2mA i napięcie baza-emiter U_{BE} wynosi 0,613V.

Teraz bardzo uważaj - jeśli na stałe napięcie polaryzujące zostanie nałożony niewielki przebieg zmienny (na rysunku 7 jest to przebieg o amplitudzie 10mV), to chwilowy punkt pracy diody (złącza) będzie oscylował pomiędzy punktami B2 i B1. Zauważ, że przy tak małych zmianach napięcia między bazą a emiterem dla uproszczenia możemy śmiało przyjąć, że ten wykorzystywany kawałek charakterystyki jest linią prostą. A jeśli linią prostą, to znaczy że układ się zachowuje tak, jakby tam była rezystancja (bo właśnie rezystancja daje na wykresie linię prostą). Co z tego wynika?

Przy ustaleniu spoczynkowego punktu pracy tranzystora w punkcie oznaczonym B i przy niewielkim sygnale, w uproszczonym modelu rzeczywiście możemy pominąć diodę i potraktować ją jako rezystancję i zamiast modelu z diodą z rysunku 2, możemy więc narysować prostszy model z rezystancją, cały czas pamiętając, że dotyczy to jednego jedynego punktu pracy i małych sygnałów zmiennych (w naszym przypadku dotyczy prądu bazy równego 0,2mA i odpowiadającego mu β-razy większemu prądu kolektora). Taki model znajdziesz na rysunku 8.

Czy to zrozumiałeś?

Jeśli tak to świetnie, jeśli nie, czytaj dalej, a potem powróć do ostatniego fragmentu jeszcze raz.

Najpierw ważne pytanie: czy wartością tej zastępczej rezystancji jest obliczona wcześniej „rezystancja" diody dla punktu B (około 3kΩ)

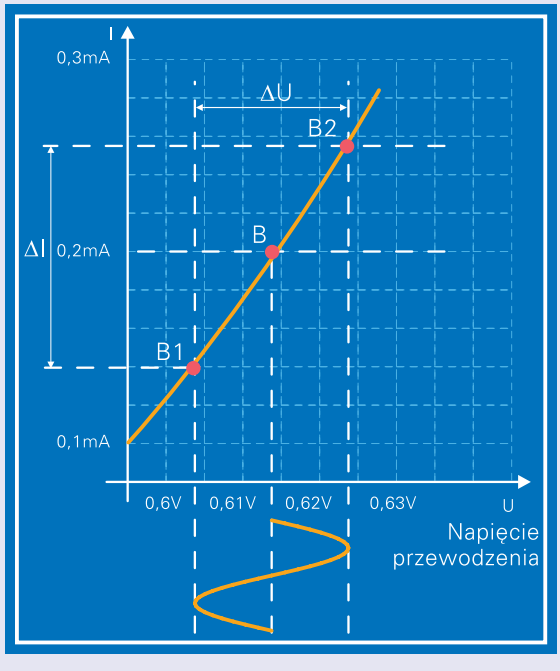
I ten temat musisz bardzo dobrze rozumieć, dlatego na rysunku 9 narysowałem ci analogiczne wykresy dla kilku rezystorów. Sprawa jest jasna: wartość rezystancji jest nieodłącznie związana z (uważaj!) nachyleniem prostej na wykresie. Czy nachylenie prostoliniowego kawałka charakterystyki z rysunku 7 wskazuje na rezystancję obliczoną wcześniej dla punktu B?

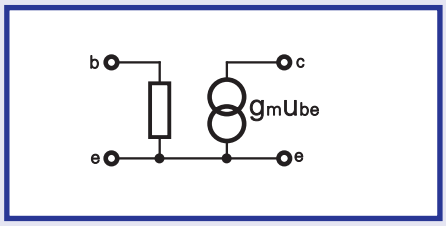
Niestety nie!

Zauważ, że wszystkie linie na rysunku 9 przechodzą przez początek układu współrzędnych. Natomiast gdybyś przedłużył prostoliniowy odcinek charakterystyki z rysunku 7, to uzyskana linia na pewno nie przejdzie przez początek układu (punkt 0V, 0A). Jak to rozumieć?

Wychodzi na to, że mamy do czynienia z dwoma rezystancjami: jedną obliczoną poprzednio (stosunek napięcia i prądu), drugą wynikającą z nachylenia odcinka charakterystyki.

Rys. 7 Fragment charakterystyki wejściowej





Rys.8 Najprostszy zmiennoprądowy model tranzystora

Pierwszą z nich nazywamy rezystancją statyczną. Tu nie ma wątpliwości. Jest to stosunek napięcia stałego do prądu stałego.

Druga to rezystancja dynamiczna. Dynamiczna, bo dotyczy sygnału zmiennego. Jeśli w szkole uczyłeś się o pochodnych, to masz tu praktyczny przykład ich zastosowania. Jeśli się nie uczyłeś lub już zapomniałeś, pokażę ci to w sposób uproszczony. Nieprzypadkowo na rysunku 7 zaznaczyłem punkty B1 i B2. Zauważ, że przy zmianie napięcia o ΔU (20mV), prąd zmienia się o ΔI (około 0,115mA). Mamy tu przyrosty (zmiany) napięcia i prądu, ale nic nie stoi na przeszkodzie, by zastosować do nich wzór na rezystancję.

Napiszemy:

ΔU / ΔI =

no właśnie, równa się czemu? Równa się rezystancji dynamicznej, inaczej różnicowej, a nawet różniczkowej. Żeby ją odróżnić od poprzednio obliczanej rezystancji statycznej, oznaczamy ją małą literą r, nie dużą R. Zapamiętaj tę umowę - często dla uniknięcia niejasności i pomyłek, wielkości dotyczące przebiegów zmiennych oznaczamy małymi literami, a dotyczące stałych napięć, prądów, rezystancji, itp. - dużymi literami.

Możesz bez większego trudu obliczyć, że wartość rezystancji dynamicznej r w punkcie A z rysunków 6 i 7 wynosi około

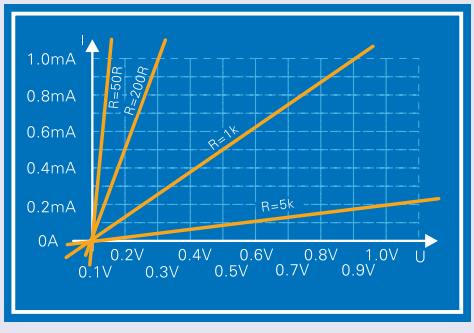
r = 20mV / 0,0115mA = 174Ω, co znacznie różni się od poprzednio obliczonej dla tego punktu rezystancji statycznej R, wynoszącej około 3kΩ. Tu na marginesie wyjaśnienie: dla elementów liniowych (np. rezystora), rezystancja dynamiczna i statyczna są równe. Rozróżniamy je tylko w przypadku elementów nieliniowych. A potem mówimy, że rezystancja widziana dla prądu stałego wynosi X omów, a rezystancja widziana dla prądu zmiennego wynosi Y omów. Przyzwyczaj się do takich sformułowań, bo jeszcze się z nimi spotkasz.

Teraz już chyba rozumiesz, dlaczego w modelu dotyczącym małych przebiegów zmiennych można zamiast diody narysować rezystor - spolaryzowana jakimś prądem dioda (złącze) dla małych napięć zmiennych stanowi jakąś konkretną rezystancję. Jeśli przebieg zmienny będzie znacznie większy, nie powinniśmy stosować uproszczeń, zakładając że charakterystyka jest liniowa. Wtedy musimy uwzględnić krzywiznę charakterystyki wejściowej i do ewentualnych wzorów podstawiać wyrażenie matematyczne opisujące naszą krzywą charakterystyke. Oczywiście koszmarnie skomplikowałoby to obliczenia, więc nawet się do tego nie dotkniemy. W praktyce praca ze zbyt dużym sygnałem wejściowym oznacza po prostu pojawienie się na wyjściu zniekształconego sygnału (tu widzisz, dlaczego takie zniekształcenia nazywa się nieliniowymi - bo wynikają z nieliniowości charakterystyki wzmacniacza). Uff, to już prawie koniec!

Być może jednak umknęła twojej uwagi jeszcze jedna pozorna trudność, wprowadzająca w błąd początkujących: jeśli mówimy o prądach zmiennych, to dlaczego na schemacie zastępczym nadal rysujemy źródło prądowe? Przecież kiedyś tłumaczyłem ci, że jest to źródło prądu stałego i prawdopodobnie głęboko utrwaliłeś sobie podane przeze mnie jego wyobrażenie.

Mam nadzieję, że nie sprawi ci kłopotu wyobrażenie „zmiennego" źródła prądowego. Niewiele tu nowego - w takim źródle prąd okresowo zmienia wartość i kierunek. Przemyśl wiec teraz tę sprawę i przyzwyczaj się do myśli, że zmiennoprądowe źródła prądowe są tak samo naturalne i potrzebne w naszych teoretycznych rozważaniach, jak źródła stałoprądowe. Oczywiście w modelu z rysunku 4 oraz 8 występuje zmiennoprądowe źródło prądowe.

Rys.9 Charakterystyki różnych rezystorów



Na sam koniec jeszcze jedno zagadnienie. Nie pomijaj tego materiału, na pewno powinieneś o tym wiedzieć.

Parę słów o tym, jak z lekkostrawnego modelu pokazanego na rysunku 8 robi się model z rysunku 4.

Model z rysunku 2 oraz 8 sugeruje, że działanie tranzystora jest bezdyskusyjnie proste i że prąd kolektora zależy jedynie od prądu bazy (napięcia baza-emiter). Już ci mówiłem, że tranzystor to kapryśne zwierzę. Nie będę cię tu katował rozważaniami na temat wstrzykiwania nośników, modulacji szerokości bazy czy zmian pojemności dyfuzyjnej i złączowej pod wpływem zmian napięcia kolektora.

W każdym razie w bardziej precyzyjnym modelu źródło prądowe nie jest idealne, a ponadto występują nikomu niepotrzebne i wręcz szkodliwe pojemności oraz szkodliwa rezystancja obszaru bazy, a na dodatek to co dzieje się na wyjściu (zmiany napięcia kolektora) w zauważalnym stopniu wpływa na obwody wejściowe (czyli występuje swego rodzaju wewnętrzne sprzężenie zwrotne z wyjścia na wejście).

I właśnie poszczególne elementy na rysunku 4 reprezentują te niepożądane zjawiska. Widzisz, jak ktoś to wszystko sprytnie wykombinował?

Przy okazji analizy rysunku 4 - w obliczeniach teoretycznych bardzo często dla wygody zamiast rezystancją R lub r posługujemy się konduktancją G lub g, czyli przewodnością, która jak wiesz jest odwrotnością rezystancji. Może ci się to wyda dziwne i myślisz, że to utrudnienie. Jednak przy różnorodnych dość skomplikowanych obliczeniach jest to nawet pewne ułatwienie. I nie myśl, że ta konduktancja (i później admitancja) to coś potwornie trudnego do intuicyjnego pojęcia - po pewnym czasie także ty byś się przyzwyczaił i jednakowo dobrze rozumiał czy wyczuwał sens rezystancji i konduktancji. Dlatego nie przejmuj się tym że na rysunkach znajdziesz zarówno rezystancje (dynamiczne) r, jak i konduktancje (i transkonduktancje) g. Powiem więcej - na tym poziomie rozważań, na którym jesteśmy, nic się nie stanie, jeśli nawet pomylisz konduktancję z rezystancją. A sprawa wspomnianej transkonduktancji (oznaczonej gm) wyjdzie nam w całym swym blasku, gdy będziemy analizować działanie tranzystorów polowych.

Mógłbym ci jeszcze zasygnalizować lub nawet wyjaśnić kilka dalszych zagadnień związanych z omówionymi modelami tranzystora, ale przecież ustaliliśmy, że nie jest to systematyczny kurs teoretyczny, tylko mam ci nakreślić ogólny obraz, byś rozumiał z grubsza, o co chodzi w katalogu. Dlatego ten odcinek kończymy, a w następnym odcinku powrócimy do czarnej skrzynki i porozmawiamy o czwórnikach, modelu zaciskowym i wreszcie wyciągniemy praktyczne wnioski ze zdobytej wiedzy.

Piotr Górecki

MAGAZYN ELEKTRONIKI UŻYTKOWEJ

ŚWIAT MULTIMEDIÓW

NAGRODY EISA - cz.II

Kilka lat temu wśród nagród EISA zaczęły pojawiać się pierwsze kategorie dla urządzeń dedykowanych specjalnie do kina domowego. Od początku były one związane z panelem audio. Obecnie tworzą one już liczną, i do pewnego stopnia autonomiczną grupę, jednak najczęściej są wybierane i prezentowane przez miesięczniki związane z audio (tak jak w przypadku polskiego Audio). Jedynie dwa urządzenia kina domowego, ściśle związane z techniką i rynkiem video - "projektor " i właśnie "odtwarzacz DVD", wybierane i prezentowane są na równych prawach przez miesięczniki audio i video.

Bez wątpienia, rozwój idei kina domowego jest wyzwaniem dla czasopism, dla EISA i dotychczas obowiązujących podziałów na odrębne światy audio i video. Niektóre pisma o dotychczasowym profilu audiofilskim zaczynają wprowadzać tematy kina domowego na swoje łamy, gdzie indziej powstają specjalistyczne pisma ukierunkowane właśnie na kino domowe. W Polsce popularność kina domowego nie jest jeszcze wielka, ale oczekiwania - zwłaszcza producentów - tak, a w ślad za tym idą intensywne działania promocyjne.

Europejski Wzmacniacz Kina Domowego

Yamaha DSP-A1

Ten nowy wzmacniacz łączy wyrafinowanie z siedmioma końcówkami mocy, z których pięć ma identyczne możliwości dla osiągnięcia najlepszych efektów dźwięku dookólnego. Udostępnia 42 tryby pracy procesora DSP, w tym programy Dolby Digital i DTS i symulacje akustyki najróżniejszych wnętrz - kin, barów, kościołów. DSP-A1, za pomocą własnych rozwiązań Yamahy w zakresie cyfrowych procesorów, kreuje ekspansywną, dynamiczną atmosferę doskonałą dla efektów kina domowego. Ponadto, może on przyjąć wiele cyfrowych i analogowych sygnałów z każdego rodzaju źródeł. Wspaniałym dodatkiem jest zdalne sterowanie, które może nauczyć się komend każdego innego pilota. Naprawdę kompletne rozwiązanie dla entuzjastów kina domowego!

Współczesny wzmacniacz kina domowego to coś znacznie więcej niż wzmacniacz systemu stereofonicznego; zawiera więcej końcówek mocy (zwykle pięć - do najpopularniejszych systemów pięciokanałowych; Yamaha umożliwia stworzenie systemu siedmiokanałowgo), i cyfrową "centralę' - procesor obrabiający sygnały wejściowe w sposób zgodny ze standardem transmisji, przetwarzający na sygnał analogowy dla poszczególnych kanałów.

Obecnie konkurują na rynku dwa podstawowe standardy kina domowego - Dolby Digital (AC3) i DTS. Yamaha zawiera obydwa, podczas gdy wiele podobnych urządzeń, jeszcze wczoraj bardzo nowoczesnych, zawiera tylko Dolby Digital. Dobrze byłoby powstrzymać już jednak rozwój standardów, gdyż przeciętny użytkownik, dla którego wydatek rzędu kilku tysięcy złotych na nowy sprzęt nie może powtarzać się co roku, jest dzisiaj nieco zdezorientowany i przestraszony - czy wspaniała Yamaha nie będzie jutro przestarzała? Sytuacja w kinie domowym przypomina sytuację w przemyśle komputerowym, co wynika wprost z jednej przyczyny - postępów w technice cyfrowej - dzisiejsze kino domowe w wielkiej mierze opiera się na transmisji i obróbce sygnałów cyfrowych.

Chociaż wszyscy japońscy producenci kierują dużo wysiłku na rozwój kina domowego, trzeba przyznać, że Yamaha od lat należy do ścisłej czołówki w tej dziedzinie. Jej rozbudowane procesory od lat fascynowały miłośników dźwięku dookólnego.

Europejski System Kina Domowego

Kenwood Series 21

System Kenwood Series 21, zaprojektowany od strony wzorniczej przez słynnego stylistę Giugiaro, oferuje szeroki wybór separowanych komponentów, które mogą być łączone zgodnie z indywidualnymi potrzebami użytkowników. Przedwzmacniacz ma wbudowany dekoder Dolby Digital i wyposażony jest w wejścia sygnałów standardu 5.1. Pozostałe komponenty to 6-kanałowy wzmacniacz, odtwarzacz CD, odtwarzacz DVD i rejestrator MD. Elektronikę uzupełnia szeroka gama głośników, a cały system jest niezwykle łatwy do obsługi poprzez dwukierunkowe zdalne sterowanie. Biorąc pod uwagę całą zawartą technologię, system Kenwooda przedstawia doskonałą relację jakości do ceny.

Kino domowe, opierające się na wykorzystanmiu dźwięku dookólnego, którego jedyny obowiązujący standard nie został przecież (do tej pory) określony, wymaga od potencjonalnego użytkownika znacznie większej orientacji "w temacie", niż system stereofoniczny. Różnego rodzaju głośniki, wielofuncyjne procesory, sygnały cyfrowe i analogowe, wizyjne i foniczne - systemy kina domowego są bardziej złożone, niż prosty audiofilski system odtwarzacz CD - wzmacniacz - para głośników. Tymczasem amatorami kina domowego mogą być nie tyle pasjonaci sprzętu, co zwykli zjadacze chleba, spragnieni dodatkowej rozrywki w domu. Dla nich gąszcz technicznych problemów z właściwym skonfigurowaniem sprzętu może wydawać się nie do przebycia. Dlatego wielu producentów tworzy ofertę kompletnych systemów kina domowego, które nie pozostawiają już użytkownikowi wielu wątpliwości. Większość takich systemów nie reprezentuje najwyższej, audiofilskiej jakości - choćby dlatego, że w konstruowaniu najwyższej jakości zespołów głośniko-

wych specjalizują się firmy (generalnie niejapońskie), które z kolei nie mają wiele do czynienia z produkcją "elektroniki". Jednak systemy takie nie są adresowane do audiofilów, lecz właśnie do normalnych ludzi, których w pełni usatysfakcjonuje już średni poziom jakości, i którzy docenią łatwość dokonania zakupu i instalacji. Nie do pominięcia jest też walor estetycznej unifikacji, którą reprezentuje właśnie system Kenwooda.

Europejski Głośnik Kina Domowego

B&W ASW 2000

Wraz z najnowszymi udoskonaleniami wprowadzonymi do projektów swoich doskonałych subwooferów, B&W ponownie demonstruje mistrzostwo w elektroakustyce. W swoim zakresie ceny, ASW2000 może być uznany za najbardziej zaawansowany i wyrafinowany subwoofer dostępny na europejskim rynku. Budzący podziw głośnik niskotonowy, współpracujący ze starannie wyprofilowanym bass-reflexem jest napędzany przez wysokiej klasy wzmacniacz na tranzystorach MOSFET. Wraz ze wszystkimi regulatorami potrzebnymi do zintegrowania subwoofera w różnych warunkach akustycznych, ASW2000 zapewnia fantastyczne rezultaty w zastosowaniach audio i kina domowego.

Pierwotnie tytuł tej nagrody brzmiał "system głośnikowy kina domowego", jednak postanowiono nagrodzić subwoofer firmy B&W, więc zmieniono tytuł. Czy subwoofer ASW 2000 jest jednak specjalnym głośnikiem kina domowego? I tak, i nie... Subwoofer to specjalny głośnik, w oddzielnej obudowie, przeznaczony do przetwarzania najniższych częstotliwości. Subwoofer rozpoczął swoją karierę kilkanaście lat temu, gdy popularność próbowały zdobyć systemy "subwoofer - satelity", które swoje działanie opierały na zjawisku wszechkierunkowego promieniowania niskich częstotliwości - jeden subwoofer obsługiwał obydwa kanały stereofoniczne, a para małych satelitow, przetwarzająca zakres średnio-wysokotnowy, tworzyła panoramę stereofoniczną. Systemy sub-sat nie zdobyły wielkiej popularności, audiofile do odsłuchu stereofonicznego wybierają zdecydowanie parę klasycznych zespołów głosnikowych, ale subwoofer przeżył, a nawet się rozwinął, gdyż stał się bardzo potrzebny w systemach kina domowego. Ścieżki dźwiękowe filmów zawierają często efekty dźwiękowe bardzo niskich częstotliwości - trzęsienie ziemi, kroki dinozaura, grzmot pioruna - to wymaga wytworzenia w pomieszczeniu odsłuchowym dużych ciśnień akustycznych, a do tego najlepszy jest subwoofer. Oczywiście, subwoofer może wzbogacać również systemy głośników stereofonicznych, zwłaszcza tych mniejszych, aby wzmocnić przetwarzanie basu.

Nowoczesne subwoofery - takie jak ASW 2000 - są subwooferami aktywnymi, tzn. posiadają wbudowany wzmacniacz. Dzięki temu oszczędzana jest moc głównego wzmacniacza systemu, który zajmuje się zasilaniem pozostałych głośników systemu. Wzmacniacz subwoofera pozwala również na przeprowadzenie szeregu regulacji koordynujących pracę subwoofera z pracą pozostałych głośników systemu (natężenie, faza, częstotliwosc podziału).

Brytyjska firma B&W to jeden z największych producentów zespołów głośnikowych na świecie.

Europejski Odtwarzacz DVD

Panasonic DVD-A350

Doskonałość obrazu uzyskiwana z odtwarzacza DVD-A350 określa nowy standard osiągalny w tej klasie cenowej. Odtwarzacz jest także źródłem znakomitego dźwięku, zarówno z płyt CD jak i DVD, łącznie z zapisem płyt audio w standardzie 24-bity/96kHz. Jest on jednym z niewielu odtwarzaczy zawierających dekoder Dolby Digital 5.1. Dzięki rozbudowanym wyjściom można go dołączyć do każdego z istniejących odbiorników telewizyjnych, albo projektorów wizyjnych. Zarówno pilot, jak i system menu są przejrzyste i łatwe w użyciu, a sama konstrukcja urządzenia jest bardzo solidna.

Wprowadzenie technologii DVD na rynek było długo oczekiwane. Od kilku lat na różnych wystawach na całym świecie odbywały się harce różnych producentów, próbujących wystartować jako pierwsi, i w ten sposób zająć pozycję lidera. Dopóki jednak nie były do końca uzgodnione standardy, i nie wszyscy najwięksi producenci byli gotowi do rozpoczęcia współzawodnictwa, pojedyncze wysiłki były falstartami. Wreszcie w połowie roku odtwarzacze DVD wysypały się jak z rogu obfitości.

DVD to z pewnością wielki przełom. Ze względu na swoją pojemność to nośnik znacznie lepszy niż CD; możliwości, jakie daje ta pojemność, mogą być wykorzystane w wielu kierunkach. Jedną z nich jest zapisanie obrazu i dźwięku wielokanałowego - a więc skierowanie DVD do kina domowego.

W takim przypadku niebagatelną zaletą odtwarzacza DVD jest zawarcie w nim procesora dźwięku dookólnego. Takim rozwiązaniem może pochwalić się właśnie Panasonic. Panasonic zasłużył sobie na tę nagrodę nie tylko wysoką jakością odtwarzacza DVD A-350 (potwierdzoną również testem Audio 8/98), ale również wytrwałym promowaniem systemu DVD. Ciekawe, czy podobnym sukcesem zakończy się promocja DVD-audio - tutaj opór głównego japońskiego konkurenta, firmy Sony, proponującej system DTS, jest bardzo silny.

Europejski Projektor Video

Philips Fellini 100

Ze wszystkich dostępnych dziś projektorów wideo, zwarty i łatwy w instalacji Fellini 100 jest modelem najlepiej spełniającym stawiane przed nim trudne zadania. Podstawowe jego elementy to płytki LCD o bardzo wysokiej rozdzielczości i opatentowane przez Philipsa układy "Linesco" służące do interpolacji każego wejściowego sygnału video w taki sposób, aby w pełni wykorzystać możliwości projektora. Specjalnie zaadoptowane układy korekcji koloru zapewniają optymalne odtworzenie obrazu ruchomego, a dzięki lampie UHP o wysokiej wydajności osiąga się bardzo dużą jasność obrazu bez konieczności stosowania szumiącego wentylatora.

CYFROWE WIDEO

Przetwarzanie i montaż cyfrowego wideo
Montaż wirtualny

Weterani Super 8 z łezką w oku przypominają sobie urządzenia do montażu filmów. Przeglądarka, obcinarka, nożyczki, taśma klejąca lub klej. Szczyt prostoty nieosiągalny w wideo. Teraz, dzięki informatyce, skomplikowany montaż wideo należy do przeszłości.

Obecnie przed montażystą otwierają się trzy możliwości. Albo karty Fast i Miro, dość trudne do opanowania, wymagają bowiem rozbudowanej konfiguracji komputerowej, zwłaszcza w zakresie twardego dysku, który musi wszystko pomieścić. Albo zakup wideokamery GR-DVX Pro firmy JVC. Otrzymuje się wraz z nią proste i precyzyjne oprogramowanie do montażu, ale wiąże ono nabywcę z producentem i jego protokołem komunikacyjnym JLIP. Można też zdecydować się na Casablanca. Nie chodzi tu o miasto, lecz o system montażu wirtualnego w wersji 2.0. Jest to chyba rozwiązanie najsprawniejsze, a z pewnością najbardziej uniwersalne. Nadaje się do dowolnego materiału, cyfrowego lub analogowego. Nie wymaga komputera, wystarczy mu jedynie monitor lub domowy telewizor. Kosztuje od 880 do 18000zł) w zależności od pojemności twardego dysku, od 4 do 23 GB. Nie wymaga też żadnej wiedzy informatycznej. W programie użyto języka francuskiego i pracuje się „w czasie rzeczywistym", tak jakby to dotyczyło taśmy filmowej. Można też wprowadzać rozmaite efekty – przesłony,

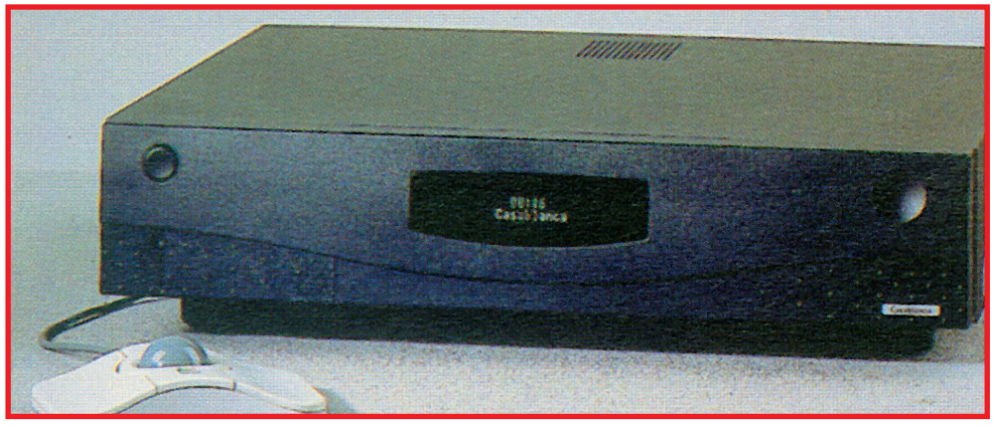
Na rynku można znaleźć wiele programów do montażu filmów wideo.

przejścia i przenikanie, a także tytuły. Jest nawet przewidziane złącze dla klawiatury komputerowej, ułatwiającej redakcję tytułów i czołówek.

Barco, JVC i Sony są firmami znanymi z projektorów wideo, ale ich profesjonalne produkty nie są na przeciętną kieszeń. A jednak w Sony opracowano mały ciekłokrystaliczny projektor wideo na użytek domowy, CPJ-200. Jest on całkowicie okrągły, jest typu ciekłokrystalicznego, jego odległość projekcji wynosi 1 do 2m, i umożliwia projekcję ... nawet na sufit. Pozwala to oglądać film w łóżku. Jest dostosowany do systemu PAL i NTSC.

Również Philips i Sharp produkują całą gamę projektorów wideo. Jednak ich wysoka cena 14000 do 37000zł) predystynuje je raczej do użytku profesjonalnego. Są wykonane w warstwowej postaci ciekłokrystalicznej. Jest ona łatwiejsza w realizacji, ponieważ nie wymaga złożonej regulacji

W celu rozpoczęcia montażu filmów wideo wystarczy z telewizorem połączyć magnetowid Casablanca.
Oto cyfrowy magnetowid Casablanca z dyskiem twardym, wirtualną ławą montażową, generatorem tytułów i efektów 2D i 3D (dwu- i trój-wymiarowych). Wraz nim są dostarczane liczne programy.



Cyfrowy magnetowid Casablanca z dyskiem twardym, wirtualną ławą

zbieżności, bardzo delikatnej w przypadku syntezy trzech obrazów. Niektóre telewizory wielkoekranowe zawierają projektory wideo. Są to właściwie projektory wsteczne, których obrazy są rzucane na ekran od tyłu za pośrednictwem luster.

Rozmiary ich ekranów mogą osiągać przekątna 135cm i konkurują pod tym względem z ekranami płaskimi. Stosuje się w nich wszystkie technologiczne udoskonalenia nowoczesnej telewizji, jak częstotliwość obrazów 100Hz czy filtry grzebieniowe. Stanowią idealne rozwiązanie dla kina domowego dla tych, którzy dysponują dostatecznie obszernymi pomieszczeniami (i portfelami).

Istnieją dwa typy projektorów wideo, ciekłokrystaliczne i trójkineskopowe. Te ostatnie powstały na podstawie profesjonalnej techniki trójlampowej. System ten ma wielkie powodzenie także w zastosowaniach domowych, został zminiaturyzowany i przoduje w zakresie obrazów o dużych rozmiarach i znacznej intensywności. System ciekłokrystaliczny projektorów jest w zasadzie bardzo prosty. Obraz taki składa się z aktywnych pikseli z własnymi układami sterującymi. Rozróżnia się dwa rodzaje wideoprojektorów ciekłokrystalicznych, jednopłytowe i trójpłytowe, po jednej dla każdego z kolorów składowych, z potrójną całkowitą liczbą pikseli, a zatem o większej rozdzielczości.

Philips wypuści niebawem systemy TriMedia i TriCodec, w skład których wchodzą trzy nowe karty PC, przeznaczone do zastosowań multimedialnych dla użytkowników indywidualnych i dla firm. Na przykład wideokonferencje komputerowe, montaż wideo i sterowanie nadzorem wideo do celów nadzoru i bezpieczeństwa.

CYFROWE WIDEO

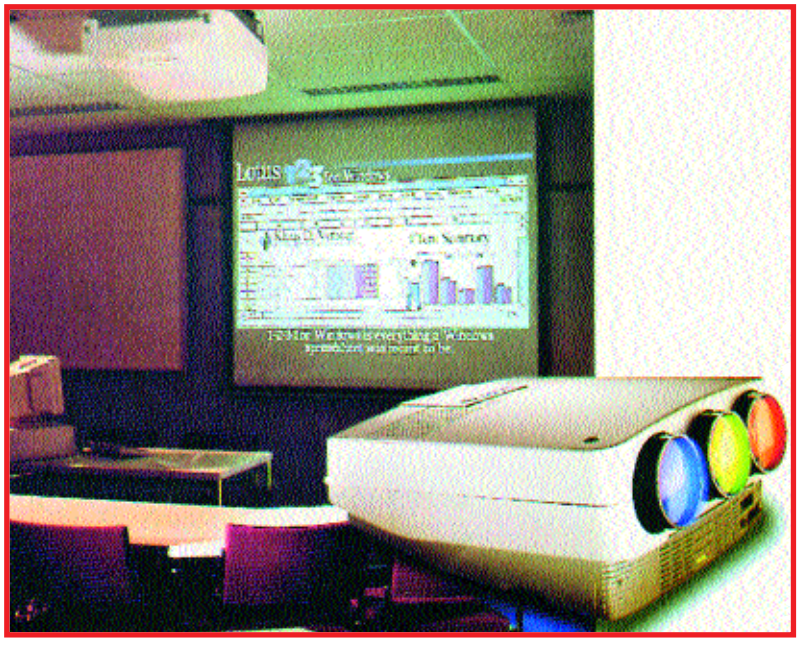
Przetwarzanie i montaż cyfrowego wideo
Montaż wirtualny

Weterani Super 8 z łezką w oku przypominają sobie urządzenia do montażu filmów. Przeglądarka, obcinarka, nożyczki, taśma klejąca lub klej. Szczyt prostoty nieosiągalny w wideo. Teraz, dzięki informatyce, skomplikowany montaż wideo należy do przeszłości.

Obecnie przed montażystą otwierają się trzy możliwości. Albo karty Fast i Miro, dość trudne do opanowania, wymagają bowiem rozbudowanej konfiguracji komputerowej, zwłaszcza w zakresie twardego dysku, który musi wszystko pomieścić. Albo zakup wideokamery GR-DVX Pro firmy JVC. Otrzymuje się wraz z nią proste i precyzyjne oprogramowanie do montażu, ale wiąże ono nabywcę z producentem i jego protokołem komunikacyjnym JLIP. Można też zdecydować się na Casablanca. Nie chodzi tu o miasto, lecz o system montażu wirtualnego w wersji 2.0. Jest to chyba rozwiązanie najsprawniejsze, a z pewnością najbardziej uniwersalne. Nadaje się do dowolnego materiału, cyfrowego lub analogowego. Nie wymaga komputera, wystarczy mu jedynie monitor lub domowy telewizor. Kosztuje od 880 do 18000zł) w zależności od pojemności twardego dysku, od 4 do 23 GB. Nie wymaga też żadnej wiedzy informatycznej. W programie użyto języka francuskiego i pracuje się „w czasie rzeczywistym", tak jakby to dotyczyło taśmy filmowej. Można też wprowadzać rozmaite efekty – przesłony, przejścia i przenikanie, a także tytuły. Jest nawet przewidziane złącze dla klawiatury komputerowej, ułatwiającej redakcję tytułów i czołówek.

W celu rozpoczęcia montażu filmów wideo wystarczy z telewizorem połączyć magnetowid Casablanca. Oto cyfrowy magnetowid Casablanca z dyskiem twardym, wirtualną ławą montażową, generatorem tytułów i efektów 2D i 3D (dwu- i trój-wymiarowych). Wraz nim są dostarczane liczne programy.

Na rynku można znaleźć wiele programów do montażu filmów wideo.



Philips wypuści niebawem systemy TriMedia i TriCodec, w skład których wchodzą trzy nowe karty PC, przeznaczone do zastosowań multimedialnych dla użytkowników indywidualnych i dla firm. Na przykład wideokonferencje komputerowe, montaż wideo i sterowanie nadzorem wideo do celów nadzoru i bezpieczeństwa.

SKRZYNKA PORAD

W TEJ RUBRYCE PRZEDSTAWIANE SĄ KRÓTKIE ODPOWIEDZI NA PYTANIA NADSYŁANE DO REDAKCJI. SĄ TO SPRAWY, KTÓRE NASZYM ZDANIEM ZAINTERESUJĄ SZERSZE GRONO CZYTELNIKÓW. JEDNOCZEŚNIE INFORMUJEMY, ŻE REDAKCJA NIE JEST W STANIE ODPOWIEDZIEĆ NA WSZYSTKIE NADSYŁANE PYTANIA, DOTYCZĄCE RÓŻNYCH DROBNYCH SZCZEGÓŁÓW.

Co się dzieje z pojemnością akumulatorów (np. NiCd), kiedy się je łączy szeregowo dla zwiększenia napięcia? Czy pojemność tak jak w kondensatorach będzie dwukrotnie mniejsza, czy taka jak pojemność każdego z akumulatorów?

Pytanie tylko na pozór jest beznadziejnie proste. Rzeczywiście, pod wieloma względami akumulatory zachowują się podobnie jak kondensatory o ogromnej pojemności. Ale nie identycznie. Przy szeregowym połączeniu dwóch lub więcej jednakowych akumulatorów zwiększy się tylko napięcie, a pojemność zestawu będzie dokładnie taka, jak pojemność każdego z akumulatorów. Wzrośnie tylko rezystancja wewnętrzna.

Bez wdawania się w szczegóły wystarczy zauważyć, że pojemność akumulatora podajemy w (mili)amperogodzinach. To znaczy, że dany akumulator może dostarczać pewien prąd przez jakiś okres czasu. Przy połączeniu szeregowym nadal każdy z akumulatorów może dostarczać takiż prąd przez ten okres czasu - można powiedzieć, że „nie interesuje go" czy jest połączony w zestaw, czy pracuje samodzielnie. Po prostu dysponuje jakimś określonym zapasem energii.

Z tego też wynika, że gdy łączymy w szereg akumulatory o różnej pojemności, wtedy użyteczna pojemność zestawu jest równa pojemności najmniejszego z nich. Ten najsłabszy (najmniejszy) akumulator ma zmagazynowane najmniej energii. Jeśli ta energia zostanie pobrana, akumulator rozładuje się aż do zera, a ponieważ inne akumulatory będą mieć jeszcze energię, prąd w obwodzie będzie nadal płynął i spowoduje przebiegunowanie tego najsłabszego akumulatora. Takie przebiegunowanie jest szkodliwe, bo jeszcze bardziej zmniejszy jego pojemność.

Oczywiście przy równoległym połączeniu akumulatorów pojemność zestawu będzie sumą pojemności składowych. Jednak przy łączeniu równoległym akumulatorów od różnych producentów, czy zużytych w różnym stopniu można się natknąć na niespodzianki i w sumie użyteczna pojemność zestawu może być mniejsza niż suma pojemności połączonych akumulatorów

Co to jest "poziom ważony A" podawany w związku z parametrami szumowymi urządzeń audio? Co to jest psofometryczne napięcie szumów?

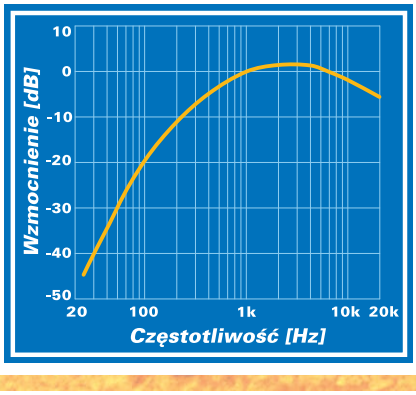
Najprościej mówiąc, chodzi o uwzględnienie przez bezduszne przyrządy pomiarowe subiektywnych właściwości słuchu ludzkiego.

W wielu publikacjach z dziedziny elektroniki i elektroakustyki oprócz sformułowania "poziom ważony A" spotyka się też określenie "psofometryczny poziom (lub napięcie) szumów". Te groźnie brzmiące słowa mają łatwy do uchwycenia sens. W grę wchodzą tu przynajmniej dwie wielkości:

- obiektywnie mierzony poziom ciśnienia akustycznego (który jest miarą wielkości sygnałów elektrycznych i ostatecznie drgań cząstek powietrza)
- subiektywną głośność odczuwaną przez nasz słuch.

Tylko zupełnie niewtajemniczeni mogą pomyśleć, że subiektywnie odczuwana głośność jest wprost proporcjonalna do wartości ciśnienia akustycznego (czyli drgań powietrza). Większe drgania powietrza to odczuwana większa głośność. Tak proste to nie jest - przykładowo w ogóle nie słyszymy ultradźwięków, czyli dźwięków o częstotliwości powyżej 20kHz. Przyjmuje się, że człowiek słyszy dźwięki o częstotliwościach od 16Hz do 16kHz (tylko osoby młode – starsi wiekiem co najwyżej do 10...13kHz). Ale i w tym zakresie tylko w przypadku znacznego ciśnienia akustycznego odczuwalne wrażenie głośności jest proporcjonalne do (mierzonego obiektywnie) ciśnienia akustycznego. Czym mniejsze ciśnienie akustyczne, tym słabiej słyszymy częstotliwości najwyższe i najniższe.

Cały dość złożony problem ma źródło w specyficznych właściwościach ludzkiego słuchu. Przy najmniejszych rejestrowanych poziomach ciśnienia, słyszymy tylko dźwięki o częstotliwościach z zakresu 1...4kHz. Jeśli wytworzymy w powietrzu trzy dźwięki o jednakowym (bardzo małym) ciśnieniu akustycznym i częstotliwościach, powiedzmy 50Hz, 2kHz i 15kHz, to ze względu na omawiane właściwości zmysłu słuchu, nasze ucho zarejestruje tylko dźwięk o częstotliwości 2kHz.



Żebyśmy usłyszeli brum sieci 50Hz o tej samej subiektywnie odczuwanej niewielkiej głośności jak sygnał 2kHz, wytworzone ciśnienie akustyczne musi być wielokrotnie większe.

Jest to w sumie pozytywne zjawisko, ponieważ w zakresie najcichszych dźwięków, czyli po prostu szumów, znacznie słabiej słyszymy takie "śmieci" jak brum 50Hz, 100Hz czy sygnał odchylania telewizora 15,625kHz. Słyszymy słabiej, ale jeśli chcielibyśmy zmierzyć szumy wzmacniacza czy innego sprzętu audio "zwykłym" przyrządem, czyli jakimś miernikiem lub oscyloskopem, przyrząd pokaże nam jakąś wartość, która będzie mieć niewiele wspólnego z subiektywnie odczuwaną głośnością (dokuczliwością) tych szumów w głośniku.

Po pierwsze oscyloskop czy inny "zwykły" miernik mierzą przebiegi w paśmie znacznie szerszym niż 16Hz...16kHz, czyli zupełnie niepotrzebnie pokażą także "śmieci" spoza zakresu słyszalnego. Tymczasem przyrząd pomiarowy powinien "słyszeć" tylko to, co słyszy ludzkie ucho. Żeby więc wskazania miernika bardziej odpowiadały rzeczywistości, należy mierzone przebiegi przepuścić przez układ, który ma właściwości zbliżone do ludzkiego słuchu, czyli przez filtr przepuszczający tylko składowe o częstotliwościach 16Hz...16kHz (lub 20Hz...20kHz).

Ale to nie wszystko. Prosty filtr pasmowy z grubsza reprezentuje właściwości słuchu tylko przy głośnych dźwiękach. Taki filtr i jego charakterystykę oznacza się literką C.

Przy cichych dźwiękach charakterystyka słyszalności jest bardziej złożona. Trzeba uwzględnić spadek czułości dla dźwięków najwyższych i najniższych. Trzeba więc zastosować odpowiedni filtr o charakterystyce odpowiadającej czułości ucha dla najmniejszych sygnałów. Taki filtr i jego charakterystykę oznacza się literą A. Charakterystykę filtru A pokazano na rysunku, a w tabeli podano przyjęte powszechnie wartości tłumienia (wraz z tolerancją) dla poszczególnych częstotliwości.

Nic dziwnego, że pomiary szumów wzmacniaczy przeprowadza się z psofometrycznym filtrem A, bowiem wynik pomiaru odpowiada wtedy subiektywnie odczuwanej głośności. Napięcia szumów zmierzone bez filtru lub z filtrem C będą większe i nie będą odpowiadały subiektywnie odczuwanemu poziomowi szumów ze współpracującego głośnika. Stosowanie filtru A przy pomiarach dużych sygnałów jest błędem, bo przecież filtr ten odwzorowuje właściwości ucha tylko w zakresie najcichszych dźwięków. Przy pomiarze dużych sygnałów czasami stosuje się filtr C, a zwykle żaden filtr nie jest potrzebny, bo przy testach z wykorzystaniem dużych sygnałów użytecznych nie ma żadnych dużych sygnałów zakłócających spoza zakresu akustycznego.

częstotliwość [Hz]	wzmocnienie [dB]
25	-44.6±2
31.5	-39.2±2
40	-34,5±2
50	-30.2±2
63	-26.1±2
80	-22.3±2
100	-19.1±1
125	-16.1±1
160	-13.2±1
200	-10.8±1
250	-8.6±1
315	-6.5±1
400	-4.8±1
500	-3.2±1
630	-1.9±1
800	-0.1±1
1000	0±0
1250	0.6±1
1600	1.0±1
2000	1.2±1
2500	1.2±1
3150	1.2±1
4000	1.0±1
5000	0.5±1
6300	-0.1±1
8000	-1.1±1
10000	-2.4±1
12500	-4.2±2
16000	-6.5±2

W rubryce „Poczta” zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi na pytania i propozycje. Elektronika dla Wszystkich to nasze wspólne pismo i przez tę rubrykę chcemy zapewnić jak najbardziej żywy kontakt redakcji z Czytelnikami. Prosimy o listy z oczekiwaniami w stosunku do nas, z propozycjami tematów do opracowania, ze swoimi problemami i pytaniami. Postaramy się w miarę możliwości spełnić Wasze oczekiwania.

Specjalną częścią „Poczty” jest kącik tropicieli chochlika drukarskiego „Errare humanum est”. Wśród Czytelników, którzy nadeślą przykłady błędów, będą co miesiąc losowane nagrody w postaci kitów z serii AVT-2000.

Piszcie więc do nas, bardzo cenimy wasze listy, choć nie na wszystkie możemy szczegółowo odpowiedzieć.

Jest to nasza wspólna rubryka, dlatego będziemy się do Was zwracać po imieniu, bez względu na wiek.

Pozdrawiamy: **Jacka Sarneckiego z Krakowa, Jana Garnysia ze Szczecinka, Artura Sadowskiego z Białegostoku, Zygmunta Szulowskiego (którego zachęcamy do zaprezentowania swego robocika w Forum Czytelników), Ryszarda Trojaczka ze Słupska, Łukasza Bajdę z Otwocka, Krzysztofa Żerko z Wrocławia, Grzegorza Niemirowskiego z Ryk, Krzysztofa Cichonia z Tarnowskich Gór, Mirosława Kowieskiego z Łukowa, Michała Kuleszę z JW. z Przasnysza, Roberta Odważnego z Janocina, Andrzeja Węglana z Jasienia, Michała Stacha z Kamionki Małej, Michała Przybylskiego z Łobeza, Andrzeja Nowaka z Torunia, Mariana Jarka z Ołpin, Krzysztofa Kalote z Lutomia, Roberta Gembarzewskiego z Ustronia, Dariusza Jankowskiego ze Szczecina, Pawła Ołdziejewskiego, Tomasza Kaweckiego ze Świecia, Damiana Szczęsnego ze Skawiny i Andrzeja Godziuka ze Szczecina,**

Uwagi do rubryki *Errare humanum est* przysłali ostatnio: **Jarosław Dziura z Katowic, Jacek Koronkiewicz z Olsztyna, Paweł Mizera z Katowic, Grzegorz Mazur z Katowic, Łukasz Podgórnik z Dąbrowy Tarnowskiej, Tomasz Jędraz z Lubina, Piotr Kuśmierczuk z Gościna, czytelnik z Libiąża (nie podał adresu), Grzegorz Niemirowski z Ryk i Marcin Wiązania z Gacek**

Nagrody otrzymują **Paweł Mizera** i **Grzegorz Mazur** obaj z Katowic.

Na początek poczty wybraliśmy fragment listu jednego z Czytelników:

Szanowna Redakcjo! Pozdrawiam Was serdecznie. Być może dwa ostatnie listy Was trochę zdziwiły, bo były do siebie podobne. Wszystko dlatego, że byłem przekonany, że ten pierwszy list do Was nie dotarł. Dziękuję serdecznie za upominek, który mi przysłaliście. Chciałbym jednak wyjaśnić pewna sprawę. Być może to z mojej winy, ale poprzednią przesyłkę dostałem przez przypadek. Okazało się, że Redakcja i ja padliśmy ofiarą mizernego żartu, jaki spłatała nam pewna kreska. Zamiast oddzielać numer domu od numeru mieszkania udawała sobie jedynkę, przez co przesyłka zamiast do mnie, trafiła do sąsiadów spod piętnastki. Mam do Was gorącą prośbę – jeśli będziecie pisać mój adres, to nie tak, jak wcześniej podałem

(...)wicza 23A/5

tylko

(...)wicza 23A m. 5

Przepraszam jednocześnie za kłopoty jakie wyniknęły z tej pomyłki. Nawiasem mówiąc, jedną nagrodę straciłem właśnie przez to, że listonosz nie umie chyba dobrze czytać, a sąsiadom nie chce się wrzucić awiza do innej skrzynki. (...)

List ten pokazuje kolejną przyczynę, dla której wysyłane przez nas przesyłki, nie zawsze trafiają w Wasze ręce. Adres Pawła będziemy teraz pisać z literką m.

Jak zauważyliście, nasza Redakcja utrzymuje żywy kontakt z Czytelnikami, co miesiąc wysyłamy dużą ilość nagród, upominków, oraz honoraria. Niestety, cytowany list świadczy, że zdarzają się różne niejasności, i w końcowym efekcie ktoś, kto nie otrzyma tego, co mu obiecano, gotów jest podejrzewać nas o nieuczciwość. Nawet w przypadku błędnego napisania adresu (co zdarzyło się przy wysyłaniu mikrokomputerów dwóm uczestnikom Klasy Mikroprocesorowej), wysłana donikąd przesyłka nie zawsze jest do nas zwracana i nie wiemy, czy wszyscy nagrodzeni otrzymali to co było wysłane.

MOTOROLA

Katalogi Master Selection Guide firmy MOTOROLA otrzymują w tym miesiącu:

Paweł Mizera z Katowic
Grzegorz Mazur z Katowic

Przy okazji informujemy wszystkich Czytelników, że nagrody wysyłane są na bieżąco, i jeśli ktokolwiek nie otrzymał nagrody, upominku czy honorarium (do numeru 10/98 włącznie) powinien zawiadomić o tym listownie redakcję. Osoby, które otrzymują honorarium, wcześniej (jednorazowo, przy pierwszej publikacji) wypełniają otrzymany z AVT formularz, podając w nim swoje dokładne dane i adres swego Urzędu Skarbowego, co jest konieczne do potrącenia podatku. Jeśli ktoś nie otrzyma takiego formularza, również powinien poinformować Redakcję. Ewentualne listy z reklamacjami nagród przysyłajcie na adres:

Korporacja AVT
Redaktor Piotr Górecki
ul. Burleska 9
01-939 Warszawa

A oto fragmenty dwóch innych listów:

Szanowna Redakcjo!

Posiadam spawarkę 220V 125A. Przełącznik po stronie sieci 220V jest zużyty i trudny do zdobycia (10 pozycji 60...20A), a nawet gdyby się udało go wymienić, to nie ma płynnej regulacji prądu spawania.

Moja prośba dotyczy układu płynnej regulacji prądu spawania w obwodzie uzwojenia wtórnego 125A na wyjściu.

***Zenon Smólczyński** ul. Polna 21/6 62-800 Kalisz*

Nie mamy na warsztacie takiego układu, zresztą należałoby się zastanowić, czy nie lepiej zastosować układ regulacji po stronie pierwotnej. W każdym razie temat jest ciekawy, i może ktoś z Czytelników nie tylko pomoże Zenonowi, ale zachce przedstawić swoje doświadczenia na łamach EdW? Zapraszamy! Podobnie jest w przypadku innego listu:

(...) Jestem amatorem astronomii (...) trzeba zautomatyzować proces ustawiania teleskopu na dowolny obszar nieba. (...) jakich mam użyć komponentów do budowy takiego układu sterowania a także, czy można zamiast komputera zastosować jakiś specjalizowany sterownik, w który można wprowadzić cały program sterujący ruchami teleskopu? Zadawane współrzędne wyraża się w mierze kątowej w stopniach, minutach i sekundach. Ruch teleskopu odbywa się w dwóch osiach: pionowej i poziomej. Układ powinien działać precyzyjnie (z dokładnością do jednej sekundy kątowej), prawdopodobnie w układzie: przetwornik kąta – program – silnik – przetwornik kąta. W czasie pracy program oblicza na bieżąco niezbędną wielkość przesunięcia teleskopu wynikającą z dobowego ruchu ziemi w celu dokładnego podążania za obiektem na niebie (...)

***Bogdan Zagórski** ul. Łączna 105 43-195 Mikołów-Mokre*

Oto inny list:

(...) Nie będę się rozpisywał, jakie tworzycie wspaniałe czasopismo, ponieważ takich listów dostajecie chyba setki. Piszę z innego powodu.

W ubiegłorocznym numerze listopadowym zamieściliście konkurs na artykuł do działu Elektronika-2000. (...) I tu nasuwa mi się pytanie: Czy dział E-2000 jest nadal otwarty dla Czytelników, czy po wysłaniu projektu mają oni szansę na publikację? Mam sporo ciekawych pomysłów. Uważam również, że inni czytelnicy są zainteresowani możliwością zaistnienia na łamach EdW.

Korzystając z okazji chciałbym pozdrowić całą redakcję EdW. I jeszcze jedno, trzymajcie tak dalej!

***Marcin Barański** z Koszalina*

Jak informowaliśmy, konkurs ten został bezterminowo przedłużony, i stale macie szansę na publikację swojego pomysłu. W tym numerze znajdziecie dwa artykuły E-2000 pochodzące od Czytelników (termometr i zegar szachowy). Oczywiście do publikacji w formie projektu zakwalifikowane będą układy, które mogą zainteresować szersze grono Czytelników. Inne mogą być przedstawione w Forum Czytelników. Niestety, układy zawierające błędne rozwiązania, których działanie nie odpowiada założeniom, nie mogą być publikowane i są odsyłane ich Autorom. Przy okazji zwracamy się do wszystkich kandydatów na autorów, by uwzględniali zalecenia podane w EdW 6/98.

Oto kolejny list: *Szanowna Redakcjo Elektroniki dla Wszystkich! Nazywam się Marek Niemiec i mieszkam w Niemczech w miejscowości Delmenhorst. Należę do cichego grona Waszych czytelników. Spowodowane jest to tylko przez to, że dostaję Wasze czasopismo z Polski od swojej babci z opóźnieniem 1...2 miesięcy. Ale i tak śledzę wszystkie Wasze czynności odnośnie konkursów, Szkoły Konstruktorów, etc. (...)*

A jeszcze trochę pochwały, no ale to naprawdę rzeczywistość, bo jesteście najlepszym czasopismem, jakie czytałem i nadal będę czytał. To przez Was nauczyłem się większości elektroniki. Macie wspaniałe artykuły, zdrowa mieszanka Wszystkiego dla Wszystkich. Najbardziej dziękuję za rubryki edukacyjne (...), bo dopiero przez nie pokapowałem, o co w ogóle w tym chodzi, przy tych cewkach i tranzystorach.

Cieszy mnie, że publikujecie artykuły radiokomunikacyjne. Krótko mówiąc, jesteście super i brakuje mi słów w mojej wąskotorowej polszczyźnie; nie chodziłem do polskiej szkoły.

Kupon na bezpłatne ogłoszenie w rubryce „Skrzynka Kontaktowa”

Jestem zainteresowany nawiązaniem kontaktów oraz wymianą doświadczeń z osobami interesującymi się elektroniką. Proszę o zamieszczenie moich danych w rubryce „Skrzynka Kontaktowa” w czasopiśmie *Elektronika dla Wszystkich*.

imię | | | | | | | | | | | nazwisko | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(*wypełniać pismem drukowanym*)

ulica (wieś)\numer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

kod i poczta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

własnoręczny podpis ....

pozostałe dane na odwrocie formularza

Pozdrawiam wszystkich współdziałających z i w EdW, w tym wszystkich czytelników, a specjalnie moją babcie, która kupuje EdW i ŚR co miesiąc i mi je wysyła.

My również pozdrawiamy babcię Marka!

■ Ponieważ zaczął się nowy rok szkolny, od uczniów ostatnich klas szkół średnich zaczęły napływać najróżniejsze prośby związane z pracami dyplomowymi. Jak pisaliśmy przed rokiem, Redakcja nie jest w stanie spełnić wszystkich Waszych próśb. Zazwyczaj są to prośby o materiały informacyjne dotyczące najróżniejszych tematów. Niektórzy gotowi są nawet zapłacić za te materiały.

Kochani, rozumiemy, że z punktu widzenia pomysłowego ucznia najprostszym sposobem uzyskania takowych informacji jest list do naszej Redakcji, a tu ktoś, kto dysponuje dużą ilością wolnego czasu, "przekopie" ogromne ilości katalogów, czasopism, książek i wybierze materiały na interesujący go temat. Chcemy Wam uświadomić, że przy dużej ilości takich próśb musielibyśmy dodatkowo zatrudnić dwie osoby tylko po to, by przeszukiwały literaturę wyszukując dla Was materiały do prac dyplomowych. Jest to niemożliwe i niestety musicie sami poszukać źródeł informacji w bibliotekach i czytelniach.

Ostatnio jeden z Czytelników przysłał prośbę, żebyśmy mu przysłali jak najwięcej schematów urządzeń alarmowych, bo on chce zająć się zakładaniem alarmów i wcześniej chce poznać to zagadnienie. Zapoznanie się ze schematami ułatwiłoby mu start w nowej dziedzinie i pozwoliłoby zaoszczędzić trudu i pieniędzy. W tym przypadku wchodzi w grę kolejny czynnik uniemożliwiający spełnienie tej prośby – żadna z firm produkujących urządzenia alarmowe z wiadomych względów nie udostępnia schematów swych urządzeń.

■ Jak wspomnieliśmy w poprzednim miesiącu, list studenta, **Dariusza z Dęblina** w samym środku lata poruszył lawinę.

Może i dobrze się stało, że Autorem listu był student - osoba, której zdolności umysłowe zapewne do najgorszych nie należą. I oto światły student przyznaje się, że trudno mu zrozumieć działanie nawet prostych układów elektronicznych. List ten ośmielił wielu innych, którzy mają podobne problemy. Ale napisali też inni, mający odmienne zdanie. I stąd właśnie lawina listów dotycząca początkujących i w ogóle podstaw elektroniki. Spośród tych listów wybraliśmy kilka, najbardziej charakterystycznych. Oto one:

Szanowna Redakcjo Elektroniki dla Wszystkich!

To nie jest żart i przejdę od razu do sedna sprawy. W numerze ósmym EdW zamieściliście list od pana Dariusza z Dęblina. Chciałbym się podpisać pod tym listem wszystkimi rękami. Jestem młodszy od niego, bo mam 19 lat. Sadzę też, że mam pewne zdolności. Elektronika fascynowała mnie zawsze. Już jako ośmiolatek wiedziałem co to jest prawo Ohma czy kim był Ampere. Tak wiec próbuję tej trudnej sztuki od 11 lat. Jednak nigdy nie zassałem logiki panującej w elektronice. Wszystkie elementy, druciki i płytki były narzędziem bezmyślnego budowania. Obecnie skończyłem liceum ogólnokształcące i dostałem się na studia na informatykę. Programowanie już od kilku lat nie jest mi obce. No może nie jestem asem w asemblerze, bo nie miałem możliwości poznania głęboko tego języka. Jednak nie sadzę, abym miał większe problemy z przyswojeniem sobie wiedzy o asemblerze. Pominę fakt, że C-64 widziałem dwa razy w życiu. I może tu tkwi sedno sprawy. Albo programowanie, albo elektronika! Osobiście chciałbym połączyć oba ze sobą. Wracając do sprawy. Z EdW dowiedziałem się wiele. Nauczyłem się kodu kolorowego, wiem do czego służy cewka. Artykuły niosą dużo wiedzy, ale nie jestem w stanie z tych strzępków danych ułożyć działającej całości.

Też od najmłodszych lat szukałem dobrych książek. Jednak to co miałem było zbyt zaawansowane, lub było tylko opisem technicznym poszczególnych podzespołów. Obecnie trzymam w ręku książkę o dźwięcznym tytule Sztuka elektroniki i się boję. To ma tak dużo stron, że mam obawy, czy nie będzie to znowu przerost formy nad treścią. Proszę wiec, o podanie tytułu tej super książki, oraz przekazanie mojego adresu zrozpaczonemu Dariuszowi z Dęblina. We dwóch będzie raźniej?

Krzysztof z Lubina

Oto inny list:

Pozdrawiam !!!! Czytam EdW od początku. I bardzo mi się podoba sposób redagowania tego pisma. Wiele zmieniło się od pierwszego numeru aż do teraz, kiedyś częściej były w ramkach opisy różnych układów z parametrami, a teraz???

Były fajne felietony o historii elektroniki - j/w ???

Elektroniką interesuję się od 6 klasy podstawówki, edukacja moja poszła w tym kierunku i teraz jestem technikiem elektroniki. Do napisani tego listu sprowokował mnie Pan Dariusz z Dęblina, który moim zdaniem ma dobry ''bajer'' w swoim liście. Pamiętam czasy, gdy z lekturą elektroniczną były problemy tylko, że w bibliotekach było wiele ciekawych wydań dla laików jak i profesjonalistów. Sam się uczyłem w taki sposób, plus szkoła, a jeszcze Radioelektronik był dostępny dla wszystkich z wieloma działami dla nowicjuszy i wiele innych możliwości tylko trzeba chcieć i próbować - niech Pan Dariusz nie pisze o swojej naiwności: czy w czasie zakupu u ''faceta'' kupował ''kota w worku ''?

Z całym szacunkiem dla redaktorów i całej redakcji EdW, ale moim zdaniem nikt nie może nauczyć się elektroniki z kilku lekcji od zera aż do projektowania we własnym zakresie. Moim zdaniem popartym praktyką trzeba mieć otwarty umysł na teorię działania i obliczania układów i praktyczne wykonywanie prototypów. Elektronikę trzeba pokochać, nie da się tego zrobić w ciągu paru godzin, na to trzeba czasu, cierpliwości a także i pieniędzy. Dziwię się, ze Pan Dariusz nie zrozumiał działania układów które były opisywane w projektach. Wiele rzeczy było opisywanych w tym miesięczniku. Tylko trzeba czytać uważnie i cierpliwie. Może taka moja porada coś pomoże w poznaniu działania np. tranzystora bipolarnego: zbudować sobie ''pająka'' na tranzystorze (BC 108 lub inny, jeden rezystor w zasilaniu bazy + potencjometr, jeden w kolektorze, układ typu WE, podłączyć zasilanie ok. 4,5V i dwa uniwersalne mierniki amperomierz i woltomierz) i bawić się, zapisując pomiary i wyciągać wnioski - eksperymentować razem z wiedzą z cyklu Tranzystor dla początkujących.

Stwierdzenie albo być konstruktorem, albo nic, jest śmieszne i żałosne, a z TAKIEGO elektronika to nic nie będzie. A propos montera, to on też musi coś umieć. Jeżeli Pan Dariusz naprawdę chce poznać elektronikę, to jest wielu elektroników, którzy zechcą pomóc. Na początek polecam siebie (za darmo !!!!) i dwa warunki : rzetelność i cierpliwość.

Dla elektroników lubiących ''cyfrówkę'' jest darmowy program o nazwie ''Digital Works'' na stronie: ***www-scm.tees.ac.uk/users/d.j.barker/digital/digital.htm,*** *tam też można znaleźć uaktualnienia do bazy układów gotowych Zaznaczam tylko, że schemat ideowy nie jest schematem pracy układu, jest wiele uproszczeń, które na początek mogą utrudnić pracę. Program jest w wersji angielskiej. Coś o sobie: mam 28 lat, z zawodu technik elektronik. Sam zaprojektowałem kilka układów do swoich nietypowych celów, a także do pracy. Pozdrawiam WSZYSTKICH.* ***Andrzej Gołębiowski***

Oto fragmenty kolejnego listu:

(...) Chcę sam projektować i budować układy, ale nie posiadam do tego odpowiedniej wiedzy. Więc postanowiłem ją w jakiś sposób zdobyć. Posłyszałem gdzieś, że EdW jest czasopismem dla początkujących. Zacząłem je kupować, lecz po 3-ch zakupionych numerach stwierdziłem, że aby z niego osiągnąć potrzebną wiedzę, musiałbym chyba kupować je przez kilka lat, bowiem zawiera dużo projektów, a mało artykułów edukacyjnych, które i tak są "pocięte" na małe kawałki. Poza tym nie wszystkie są dla zupełnie początkujących. Na pewno można się z nich wiele nauczyć, ale trzeba mieć już jakąś wiedzę. Szczęśliwym zbiegiem okoliczności trafiłem w "Poczcie" na list studenta, który miał problemy podobne do moich. Miał, bowiem od kiedy otrzymał od redakcji jedną z "najlepszych książek o elektronice", na pewno już się ich pozbył! Dlatego zwracam się do Was z prośbą o podanie tytułu i autora tej książki, jak również innych, dla początkujących, i na przyszłość coś trudniejszego, oraz miejsca, gdzie mógłbym to zamówić. Z góry dziękuję za tę cenną informację, gdyż zaoszczędzi mi ona wiele czasu i pieniędzy! (...)

Paweł z Knyszyna

Cytowane fragmenty nie przedstawiają wszystkich nadesłanych opinii. W każdym razie najczęściej powtarzające się pytanie dotyczyło oczywiście tych upragnionych "książek dla początkujących".

Pisaliśmy swego czasu w rubryce "Recenzja", że obecnie nie ma w polskim języku dobrej książki, która wprowadzałaby początkujących w podstawy elektroniki. Najlepszą książką na rynku jest niewątpliwie "Sztuka elektroniki" (autorzy P. Horowitz i W. Hill, wydana przez WKiŁ), którą dwukrotnie prezentowaliśmy w rubryce Recenzja. Ale nie jest to pozycja dla zupełnie początkujących, a zwłaszcza najmłodszych. Książka ta, będąca tłumaczeniem z angielskiego, powstała na podstawie notatek autorów, wykładowców na jednej z amerykańskich uczelni. Sposób przedstawienia materiału zakłada, że czytelnik ma sporą wiedzę ogólną, zwłaszcza z zakresu matematyki. Inną sensowną książką jest: "Elementy i układy Elektroniczne" (M. Rusek J. Pasierbiński, wyd. WNT), ale to też na pewno nie jest książka na dobry początek – właśnie tę książkę otrzymał od nas Dariusz.

To smutne, ale prawdziwe: na naszym rynku nie ma żadnych publikacji dla zupełnych nowicjuszy. Narzuca się wniosek, że to właśnie my, redakcja EdW powinniśmy wypełnić tę lukę. Dlatego tak szybko, jak to tylko możliwe, przedstawimy artykuły dla zupełnie początkujących, a następnie zaczniemy cykl dotyczący wzmacniaczy operacyjnych. Przyspieszymy planowaną od dawna publikację cyklu o wzmacniaczach operacyjnych, nawet kosztem wcześniejszego zakończenia, lub przerwania cyklu o tranzystorach. Materiał dotyczący tranzystorów wprowadza czytelników głęboko w temat, ale wydaje się, że bardziej potrzebne byłyby podstawowe informacje o wzmacniaczach operacyjnych. Nie ulega wątpliwosci, że obecnie tranzystor przestał być "podstawową cegiełką" przy budowie układów analogowych. Taką "podstawową cegiełką" jest teraz wzmacniacz operacyjny. Bliższe poznanie go pozwoliłoby wielu początkującym zacząć samodzielną przygodę z układami analogowymi bez specjalnych stresów i z nadzieją na szybkie wykorzystanie zdobytej wiedzy w praktyce.

Jeśli chodzi o cykl "Pierwsze kroki w cyfrówce", to dobrze spełnia on swoje zadanie, niemniej jednak okazuje się, że niektórym adeptom "cyfrówki" (nawet praktykującym) także brakuje pewnych podstawowych informacji i wyobrażeń związanych choćby z prawami Ohma czy Kirchhoffa. W zakresie układów logicznych sytuacja jest jednak lepsza, bo ogólnie biorąc, cyfrówka" jest znacznie łatwiejsza od "analogówki", a i książki o układach cyfrowych są powszechnie dostępne.

wiek | | | lat

elektroniką zajmuję się od | | | lat

zainteresowania (np. audio, cyfrówka, mikroprocesor (jaki), naprawa sprzętu RTV, elektronika motoryzacyjna itp.):